



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

ESTG

CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES ESTADOS DE MATURAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DA  
BANANA E SUA APLICAÇÃO NA MASSA DE UM RISSOL SEM GLÚTEN

Bruna Martins Gonçalves Vieira

2018



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

# CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES ESTADOS DE MATURAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DA BANANA E SUA APLICAÇÃO NA MASSA DE UM RISSOL SEM GLÚTEN

Bruna Martins Gonçalves Vieira

Escola Superior de Tecnologia e Gestão



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Bruna Martins Gonçalves Vieira

# CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES ESTADOS DE MATURAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DA BANANA E SUA APLICAÇÃO NA MASSA DE UM RISSOL SEM GLÚTEN

Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar

Trabalho efetuado sob a orientação da  
Professora Doutora Rita Pinheiro

novembro de 2018



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Bruna Martins Gonçalves Vieira

# CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES ESTADOS DE MATURAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DA BANANA E SUA APLICAÇÃO NA MASSA DE UM RISSOL SEM GLÚTEN

Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar

Júri

novembro de 2018

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todas as pessoas que me apoiaram na realização desta dissertação de mestrado:

À minha orientadora Professora Doutora Rita Pinheiro, dirijo um agradecimento muito especial pelo seu apoio e por ter me proporcionado todos os meios necessários a este estudo. Agradeço, também, pela motivação e incentivo demonstrado ao longo da realização da dissertação e, a sua total disponibilidade, exigência e rigor, por todo o cuidado e ajuda dedicado ao longo desta etapa da minha vida.

À coordenadora do Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar Doutora Carla Barbosa, pela partilha de conhecimento e críticas para a obtenção dos melhores resultados desde quando nos surgiu a ideia do “Rissoli”, sempre nos deu apoio, ajuda e motivação para avançarmos com o projeto.

À minha amiga e companheira do projeto Rissoli, Sofia Gomes pelos bons momentos, pelas horas de laboratórios, pelo carinho dedicado ao longo da realização do trabalho, por toda amizade prestada, sou grata por me transmitir toda motivação e contribuição para realização deste trabalho, muito obrigada por tudo e por ter se tornado a tia do “Lucas Miguel”.

Ao Professor Doutor Paulo Fernandes por ter expressado atenção para a realização do trabalho microbiológico na Unidade de Microbiologia Aplicada (UMA).

Ao Professor Doutor Rui Alves, por todos os ensinamentos e apoio no tratamento estatístico dos dados deste trabalho.

À Engenheira Susana Rocha, pelo apoio incondicional, pela disponibilidade e pela transmissão dos seus conhecimentos durante a execução do trabalho experimental.

À Técnica Isabel Alves pelo seu companheirismo e incentivo ao longo da realização deste trabalho.

Às minhas colegas de mestrado pelo companheirismo e pelos bons momentos.

Aos “bolseiros” do grupo de Engenharia Alimentar por todo o carinho demonstrado pelo meu filho e por mim.

Ao meu marido Erik pelo companheirismo, amor, amizade, enfim, pelo apoio total e pela motivação. Agradeço aos meus pais pelo apoio incondicional e amor dedicado, mesmo distante, incentivaram-me a nunca desistir. Em especial, à minha mãe por ter ficado comigo durante meu novo ciclo de vida, gratidão é a palavra que me define.

Ao meu filho Lucas Miguel que nasceu praticamente junto com este trabalho, a quem dedico esta dissertação. Somente com seu olhar surgiu um apoio incondicional. Ele que sempre me deu força para continuar a lutar dia a dia para enfrentar todas as adversidades que me surgiram durante este período. Por me acompanhar nas reuniões, por compreender que a “mamãe” não podia dar-lhe toda a atenção desejada, pois estava a escrever esta tese.

A elaboração desta dissertação conduziu à realização dos seguintes trabalhos:

Comunicação Oral:

**Bruna Vieira**, Sofia Gomes, Rita Pinheiro. (2018). Effect of ripening stage of banana peel on its flour physical and chemical characteristics. ISEKI Food 2018 Conference: The Food System Approach – New Challenges for Education, Research and Industry. 3-5 July, Stuttgart, Germany.

Sofia Gomes, **Bruna Vieira**, Carla Barbosa and Rita Pinheiro (2018). Evaluation of mature banana peel flour on physical, chemical and texture properties of vegetable gluten-free *rissol*. Internacional Congress on Organizational Management, Energy Efficiency and Occupational Health and Safety in Agrifood Industry (+AGRO 2018). 3-4 October, Castelo Branco, Portugal.

Publicação em livro de Resumos:

Rita Pinheiro, Sofia Gomes, **Bruna Vieira**. (2018). Effect of ripening stage of banana peel on its flour physical and chemical characteristics. In: Book of Abstracts. ISEKI Food 2018 Conference: The Food System Approach – New Challenges for Education, Research and Industry. 3-5 July, Stuttgart, Germany, pp.162. ISBN: 978-3-900932-57-2.

## RESUMO

A banana é uma das frutas mais consumidas mundialmente, podendo ser destinada ao consumo direto e para a produção industrial de compotas, doces, geleias e gelados. No entanto, a sua casca constitui um resíduo gerado pela agroindústria sem finalidade industrial. Para valorizar a casca de banana, é indispensável o desenvolvimento de tecnologias que sejam capazes de utilizar racionalmente os resíduos gerados, contribuindo para um desenvolvimento sustentável.

O presente trabalho teve como objetivo, numa primeira parte, o estudo do processo para a obtenção de farinha da casca da banana, variedade *Nanica* (subgrupo *Cavendish*) e a seleção do respetivo estado de maturação (verde, amarela e acastanhada). Posteriormente, numa segunda parte, fez-se o desenvolvimento de um rissol sem glúten de vegetais, ultracongelado, regenerado no forno, enriquecido com a farinha da casca da banana (acastanhada selecionada na primeira parte). Na primeira parte estudaram-se as características físico-químicas e o teor de humidade durante o processo de secagem da casca de banana para os diferentes estados de maturação. Na segunda parte, e após a seleção da farinha da casca da banana acastanhada, realizaram-se três formulações de rissol: F1-controlo (sem farinha da casca da banana), F2- com 5% de farinha da casca da banana e F3- com 10% de farinha da casca da banana. Estudaram-se as características físico-químicas, textura e cor, e avaliou-se a aceitabilidade das três formulações desenvolvidas. Relativamente à parte I concluiu-se que a farinha da casca da banana acastanhada apresenta alto teor em fibras, cinzas, magnésio, potássio, cálcio, cloreto de sódio, humidade e baixo teor de hidratos de carbono e de atividade da água ( $a_w$ ) quando comparada com os outros estados de maturação. Não foram encontradas diferenças significativas nos teores de acidez titulável e gordura. Na segunda parte do trabalho, verificou-se que, de uma forma geral, que a substituição de 10% da farinha de arroz pela farinha da casca da banana (F3) aumentou cinco vezes o conteúdo de fibra quando comparado com o controlo. No entanto, o teor de hidratos de carbono diminuiu cerca de 1,4 vezes. Não foram encontradas diferenças significativas nos teores de cloreto de sódio, açúcar total, e gordura nas três formulações. Relativamente à textura do rissol, concluiu-se que a adição de 10% de farinha da casca da banana promoveu o aumento da dureza, elasticidade e mastigabilidade. Quanto à cor do rissol verificou-se que a adição de 10% de farinha da casca da banana causou um escurecimento de 1,5 vezes do parâmetro  $L/b^*$ .

Através dos resultados obtidos na análise microbiológica concluiu-se que os rissóis cumprem com os parâmetros de qualidade e segurança alimentar exigidos pelo Regulamento (CE) N.º 1441/2007 e pelos guias definidos pela *Health Protection Agency* (HPA). O estudo de aceitabilidade realizado permitiu concluir que os consumidores classificaram positivamente as três formulações, como “moderamente agradável” e “extremamente agradável”. A partir deste trabalho concluiu-se que a farinha da casca da banana acastanhada pode ser adicionada ao rissol tendo um impacto positivo nas suas propriedades nutricionais, textura e cor, sem alterar suas características típicas.

Palavras-chave: *farinha da casca da banana. rissol. textura. livre de glúten.*

## ABSTRACT

Banana is one of the most consumed fruits worldwide. It can be used for direct consumption and for industrial production of jams, sweets, jellies and ice creams. However, the banana peel is a waste generated by the agroindustry with no industrial purpose. In order to value the banana peel, it is essential to develop technologies that are capable of rationally using the generated waste, contributing to sustainable development.

The present work was divided into two different parts. In the first part of the work, the objective was to study the process production and the ripening stage (green, yellow and brown) of banana peel flour, *Nanica* variety (*Cavendish* subgroup). Later, in the second part, the development of an ultra-frozen, oven regenerated, gluten-free *rissol* enriched with banana peel flour (brownish selected in the first part) was made. In the first part, the moisture content during the drying process of the banana peel for the different ripening states and the physical-chemical characteristics were studied. In the second part, after banana peel flour selection, three *Rissol* formulations were performed: F1- control (without banana peel flour), F2- with 5% banana peel flour and F3- with 10% banana peel flour. Physical-chemical, texture and color characteristics of the three formulations were studied. Also, an evaluation of the acceptability of the three *Rissol* formulations developed was made. Regarding part I it was concluded that the brown banana peel flour presents higher fibre, ash, magnesium, potassium, calcium, sodium chloride, moisture and low carbohydrate contents than the other ripening stages (green and yellow). There were no significant differences in the acidity and fat contents. In the second part of the work, it was found that, in general, the substitution of 10% of the rice flour by brown banana peel flour (F3) increased 5-fold the fibre content when compared to the control. However, the carbohydrate content was 1,4 times lower than the control. There were no significant differences in the levels of sodium chloride, sugar and fat between the formulations. Regarding the texture of the *Rissol*, it was concluded that the addition of 10% brown banana peel increased hardness, elasticity and chewing. The same behaviour we found for color parameters, the addition of 10% brown banana peel to the formulation decreased L/b\* 1,5-fold.

Through the results obtained, it was concluded that the *Rissol* comply with the parameters of quality and food safety required by Regulation (EC) N. ° 1441/2007 and the guidelines defined by the Health Protection Agency (HPA). The acceptability test allowed concluding that consumers rated positively the three formulations, such as “moderately pleasant” and “extremely pleasant”. From this work it was concluded that the brown banana peel flour can be added to the *rissole* with positive impact on its nutritional properties, texture and color, without changing its typical characteristics.

**Keywords:** *banana peel flour, Rissol, texture, gluten-free.*

## ÍNDICE GERAL

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xii
Capítulo 1. Introdução.....	1
1.1 Introdução geral.....	2
1.2 Enquadramento.....	3
1.3 Objetivos.....	3
Capítulo 2. Revisão bibliográfica.....	5
2.1 O glúten.....	6
2.2 Doença celíaca.....	7
2.3 Características da banana.....	8
2.3.1 A farinha de polpa de banana polpa.....	11
2.3.2 A casca da banana.....	14
2.3.3 Farinha da casca da banana.....	15
2.3.4 Aplicação da farinha da casca da banana em produtos alimentares.....	16
2.3.5 Comparação das farinhas de casca e polpa de banana.....	17
Capítulo 3. Materiais e métodos.....	19
3.1 Parte I – Obtenção da farinha da casca da banana.....	20
3.1.1 Matérias-primas.....	20
3.1.2 Processo produtivo.....	21
3.1.3 Condições de secagem da casca de banana.....	22
3.2 Parte II – Produção do rissol.....	23
3.2.1 Processo produtivo .....	23
3.2.2 Ensaios preliminares.....	27
3.3 Métodos analíticos.....	27
3.3.1 Determinação da atividade da água.....	27
3.3.2 Determinação do teor de humidade.....	27
3.3.3 Determinação da acidez titulável.....	28
3.3.4 Determinação do teor de hidratos de carbono.....	28
3.3.5 Determinação do teor de açúcares totais.....	28
3.3.6 Determinação do teor de gordura total.....	28



3.3.7 Determinação do teor de fibra bruta.....	28
3.3.8 Determinação do teor de cloreto de sódio.....	29
3.3.9 Determinação do teor de cinzas.....	29
3.3.10 Determinação do teor de cálcio.....	29
3.3.11 Determinação do teor de potássio.....	29
3.3.12 Determinação do teor de magnésio.....	29
3.3.13 Cor.....	29
3.3.14 Textura.....	30
3.3.15 Avaliação microbiológica.....	31
3.3.16 Estudo de aceitabilidade.....	32
3.3.17 Análise estatística.....	32
Capítulo 4. Discussão de resultados.....	33
4.1 Parte I – Estudo do estado de maturação para seleção da FCB.....	34
4.1.1 Teor de humidade da casca de banana.....	34
4.1.2 Atividade da água( $a_w$ ).....	35
4.1.3 Teor de humidade da farinha.....	36
4.1.4 Acidez titulável.....	37
4.1.5 Teor de hidratos de carbono.....	38
4.1.6 Teor de gordura total.....	39
4.1.7 Teor de fibra bruta.....	39
4.1.8 Teor de cloreto de sódio.....	41
4.1.9 Teor de cinza.....	41
4.1.10 Teor de cálcio.....	42
4.1.11 Teor de potássio.....	44
4.1.12 Teor de magnésio.....	44
4.1.13 Análise multivariada dos dados físico-químicos Parte I.....	45
4.2 Parte II –Efeito da farinha da casca da banana madura no rissol.....	47
4.2.1 Ensaio preliminares.....	47
4.2.2 Atividade da água ( $a_w$ ).....	48
4.2.3 Teor de hidratos de carbono.....	49
4.2.4 Teor de fibra bruta.....	50
4.2.5 Teor de cloreto de sódio.....	51
4.2.6 Teor de gordura total.....	52
4.2.7 Teor de açúcares totais.....	53
4.2.8 Cor.....	54
4.2.9 Dureza.....	56

4.2.10 Adesividade.....	57
4.2.11 Elasticidade.....	57
4.2.12 Gomusidade.....	58
4.2.13 Mastigabilidade.....	59
4.2.14 Análise multivariada dos dados físico-químicos Parte II.....	59
4.2.15 Avaliação microbiológica.....	60
4.2.16 Estudo de aceitabilidade.....	61
Capítulo 5. Conclusão.....	66
Capítulo 6. Referências bibliográficas.....	69
Capítulo 7. Apêndices.....	77
7.1. Apêndice I - Humidade cascas de banana ao longo do tempo.....	78
7.2. Apêndice II – Resultados médios dos parâmetros analíticos.....	79
7.3 Apêndice III – Tabela dos vetores próprios.....	80
7.4 Apêndice IV– Ficha de prova: Teste de aceitabilidade.....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da estrutura do glúten (gliadina + glutenina).....	7
Figura 2 – Mucosa intestinal de indivíduo sadio e de indivíduo celíaco.....	8
Figura 3 – Escala de maturação de V. Loesecke (1950).....	10
Figura 4 – Comparação das farinhas da casca e polpa de banana.....	17
Figura 5 – Diferentes tipos de maturação da banana desde verde, amarela e acastanhada.....	21
Figura 6 – Fluxograma de processo de produção da farinha da casca da banana.....	21
Figura 7 – Diferentes tipos de maturação da FCB desde verde, amarela e acastanhada.....	22
Figura 8 – Fluxograma do processo de produção do rissol .....	24
Figura 9 – Fluxograma do processo de produção do recheio de vegetais do rissol.....	25
Figura 10 – Texturômetro.....	30
Figura 11 – Variação do teor de humidade ao longo do tempo de secagem para os três estados de maturação da casca da banana.....	34
Figura 12 – Variação da atividade da água para a FCBV, FCBA e FCBC.....	35
Figura 13 – Variação do teor de humidade para a FCBV, FCBA e FCBC .....	36
Figura 14 – Variação do teor de acidez titulável para a FCBV, FCBA e FCBC.....	37
Figura 15 – Variação do teor de hidratos de carbono para a FCBV, FCBA e FCBC.....	38
Figura 16 – Variação do teor de gordura total para a FCBV, FCBA e FCBC.....	39
Figura 17 – Variação do teor de fibra bruta para a FCBV, FCBA e FCBC.....	40
Figura 18 – Variação do teor de cloreto de sódio para a FCBV, FCBA e FCBC.....	41
Figura 19 – Variação do teor de cinzas para a FCBV, FCBA e FCBC.....	42
Figura 20 – Variação do teor de cálcio para a FCBV, FCBA e FCBC.....	43
Figura 21 – Variação do teor de potássio para a FCBV, FCBA e FCBC.....	44
Figura 22 – Variação do teor de magnésio para a FCBV, FCBA e FCBC.....	45
Figura 23 – Representação dos componentes principais (CP 1 vs CP 2) aplicada aos dados das análises físico-químicas (parte I).....	46
Figura 24 – Imagem da massa do rissol controlo e massa do rissol com 5% de FCB.....	47
Figura 25 – Imagem do rissol com 5% FCB e 10% FCB após regeneração.....	48
Figura 26 – Variação da atividade da água para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1).....	49
Figura 27 – Variação do teor de hidratos de carbono para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1).....	50

Figura 28 – Variação do teor de fibra bruta para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	51
Figura 29 – Variação do teor de cloreto de sódio para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	52
Figura 30 – Variação do teor de gordura para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3) assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	53
Figura 31 – Variação do teor de açúcares totais para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	54
Figura 32 – Variação do teor de L*(A) e L*/B (B) para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	55
Figura 33 – Aparência do rissol controle (F1), com adição de farinha da casca da banana madura 5% (F2), com 10% farinha da casca da banana acastanhada (F3).....	56
Figura 34 – Variação dos valores da dureza para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	56
Figura 35 – Variação dos valores de adesividade para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	57
Figura 36 – Variação dos valores de elasticidade para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	58
Figura 37 – Variação dos valores de gomusidade para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	58
Figura 38 – Variação dos valores de mastigabilidade para os rissóis com 5% e 10% de FCBC (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1).....	59
Figura 39 – Representação dos componentes principais (CP 1 vs CP 2) aplicada aos dados das análises físico-químicas (parte II).....	60
Figura 40 – Aceitabilidade das formulações para os rissóis com adição de FCBC, assim como da formulação controle sem adição de FCBC (132-F1, 569-F2, 987-F3).....	63
Figura 41 – Análise de correspondência múltipla da aceitabilidade para as formulações dos rissóis com 5% e 10% da farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controle.....	64

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Composição nutricional da banana.....	9
Tabela 2 – Escala de maturação da banana .....	10
Tabela 3 – Composição nutricional da farinha de banana (polpa).....	11
Tabela 4 – Referências a estudos com adição da FB em diversos produtos alimentares....	13
Tabela 5 – Caracterização físico-química da farinha da casca da banana.....	16
Tabela 6 – Referências a estudos com adição de FCB em diversos produtos alimentares..	17
Tabela 7 – Matérias-primas utilizadas e respectiva origem.....	23
Tabela 8 – Composição das 3 formulações, F <sub>1</sub> ,F <sub>2</sub> ,F <sub>3</sub> de rissol estudadas.....	26
Tabela 9 – Resumo dos ensaios preliminares.....	27
Tabela 10 – Condições de ensaio utilizados na análise de textura.....	30
Tabela 11 – Parâmetros microbiológicos e respectiva referência do método.....	32
Tabela 12 – Taxa de secagem de casca de banana determinada a partir do gráfico de Figura 11 para os primeiros 180 minutos de tempo de secagem.....	35
Tabela 13 – Resultados obtidos das análises microbiológicas efetuadas ao rissol com diferentes formulações.....	61
Tabela 14 – Análise de dados preliminar a respostas dos indivíduos.....	62
Tabela 15 – Análise estatística descritiva.....	63
Tabela 16 – <i>Friedman. Anova</i> .....	64
Tabela 17 – Valores médios dos resultados obtidos nos parâmetros analíticos analisados nas farinhas de casca de banana da Parte I.....	79
Tabela 18 – Valores médios dos resultados obtidos nos parâmetros analíticos analisados nas farinhas de casca de banana da Parte II.....	79
Tabela 19 – Vetores próprios da análise de componentes principais relativa à Parte I.....	80
Tabela 20 – Vetores próprios da análise de componentes principais relativa à Parte II.....	80

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

## 1.1 Introdução geral

Segundo Sarawong *et al.* (2014) a banana é uma das frutas mais produzidas e consumidas no mundo, e a sua produção mundial tende a aumentar. Com base na *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2011), estima-se que um terço da parte comestível dos alimentos para consumo humano, cerca de 1,3 bilhões de toneladas por ano perdem-se ou são desperdiçados. Sabe-se que a casca da banana é rica em fibras alimentares, proteínas e minerais, podendo este resíduo gerado ser utilizado pela indústria alimentar. A casca da banana representa cerca de 35 a 50% em peso da fruta madura. Nas potencialidades nutritivas, a farinha da casca da banana já mostrou ser um investimento bastante promissor, podendo ser utilizada em diversos produtos alimentares como nos setores da panificação, produtos dietéticos e até mesmo em alimentos para crianças (Neto *et al.*, 1998; Travaglini *et al.*, 1993; Jackson *et al.*, 2003; Sodchit *et al.*, 2013). Recentemente tem sido relatado por muitos autores que a polpa e a casca da banana verde são consideradas um ingrediente funcional livre de glúten para produzir produtos com qualidade e alto valor nutritivo (Turker *et al.*, 2016).

A doença celíaca (DC) é uma doença que surge em indivíduos geneticamente predispostos e os portadores desta doença têm que seguir uma dieta rigorosa, isenta de glúten, o que restringe muito o poder de escolha destes consumidores, que são obrigados a abolir de sua alimentação produtos comuns como pão, bolos, bolachas, rissóis, massas e entre outros. A substituição do glúten da farinha de trigo por outro ingrediente é uma tarefa desafiante para a indústria alimentar, pois esta representa a rede proteica que retém o dióxido de carbono, produzido no processo de fermentação e, consequentemente responsável pela expansão da massa (Hüttner *et al.*, 2010). Apesar dos recentes avanços na formulação de produtos sem glúten com elevada qualidade, a substituição do glúten em produtos à base de cereais, ainda representa um desafio tecnológico significativo, devido ao papel fundamental do glúten na panificação (Gallagher *et al.*, 2004). Neste sentido, a farinha da casca da banana surge como um ingrediente potencial para aplicação em diversos tipos de alimentos como forma de enriquecimento e alternativa aos produtos existentes.

## 1.2 Enquadramento

A banana é uma das frutas mais consumidas mundialmente, podendo ser destinada ao consumo direto e para a produção industrial de compotas, doces, geleias e gelados (Neto *et al.*, 1998). No entanto, a sua casca constitui um resíduo gerado pela agroindústria sem finalidade industrial. Para valorizar a casca de banana, é indispensável o desenvolvimento de tecnologias que sejam capazes de utilizar racionalmente os resíduos gerados, contribuindo para um desenvolvimento sustentável. Segundo Borges *et.al.* (2009) a farinha da casca da banana (FCB) revelou-se como potencial ingrediente na produção de pão.

O presente trabalho surge da participação no programa *StartUp-Voucher*, o qual se enquadra numa das medidas do Programa *StartUP* Portugal. Este programa tem como objetivo promover o desenvolvimento de projetos empresariais inovadores que se encontrem em fase da ideia, com vista à criação de empresas mais competitivas, contribuindo assim para a sua longevidade, através de um conjunto de apoios específicos articulados entre si e disponibilizados ao longo do desenvolvimento do projeto por um período de até 12 meses.

Neste trabalho pretende-se desenvolver um rissol sem glúten de forno, com farinha da casca da banana, que irá ao encontro dos princípios de sustentabilidade com resposta às novas tendências do mercado e para aproveitar os subprodutos de banana; respondendo também às necessidades do consumidor, focando um produto para doentes celíacos, vegetarianos ou para os consumidores preocupados com a alimentação saudável e sendo ainda um produto de rápida preparação.

## 1.3 Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo, numa primeira parte, o estudo do processo para a obtenção de farinha da casca da banana, a seleção do estado de maturação mais adequado nutricionalmente, e posteriormente, numa segunda parte, o desenvolvimento de um rissol sem glúten de vegetais, ultracongelado, regenerado no forno, enriquecido com a farinha da casca da banana (selecionada na 1ª parte). Pretende-se que seja um rissol adequado a doentes celíacos, vegetarianos ou para o consumidor que procura uma alimentação saudável. Para tal, estudaram-se as características físico-químicas, teor de humidade durante o processo de secagem da casca de banana para obter-se farinha possuindo a casca diferentes estados de



maturação. Posteriormente foi estudado o efeito de adição da farinha da casca da banana acastanhada à massa do rissol e panagem.

O trabalho desenvolvido contemplou as seguintes atividades:

- Parte I:

Nesta parte do trabalho estudou-se a influência dos diferentes estados de maturação da casca de banana. Utilizaram-se três estados de maturação de casca de banana: verde com traços amarelos (coloração estágio 2); amarelo com ponta verde (coloração estágio 5) e totalmente acastanhadas (maduras), isto é, amareladas com áreas manchadas e acastanhadas (coloração estágio 7). Esta classificação foi baseada no sistema de *Von Loesecke* (1950). Também foi estudado e otimizado o processo de secagem da casca de banana, através do acompanhamento do teor humidade durante o processo de secagem, nas características físico-químicas: o teor de hidratos de carbono, de cinzas, de fibra bruta, atividade de água, acidez titulável, humidade, sódio, gordura e minerais (magnésio, potássio e cálcio) da respectiva farinha que se obteve. Após os resultados obtidos, selecionou-se a farinha da casca da banana para aplicar-se no rissol.

- Parte II:

Nesta 2ª parte do trabalho aplicou-se a farinha da casca da banana à massa de um rissol, sem glúten com recheio de vegetais, em diferentes percentagens. Foram caracterizadas as propriedades físico-químicas das diferentes formulações. Foram realizadas três formulações de rissóis sendo: um controlo (F1) sem farinha da casca da banana, com 5% (F2) e com 10% (F3). Realizaram-se análises físico-químicas, nomeadamente hidratos de carbono, fibra bruta, atividade da água, sódio, gordura, açúcares totais, cor, textura, análise microbiológica e foi ainda realizado um teste de aceitabilidade.

## **CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## 2.1 O glúten

O glúten é um complexo proteico, presente nas farinhas de alguns cereais, responsável pelas características viscoelásticas das massas e da textura dos produtos de panificação. A substituição do glúten nos produtos resulta em problemas para a indústria alimentar, porque além de ser um constituinte importante para o processamento, encontrar aditivos que melhoram as qualidades sensoriais e reológicas que substituem a funcionalidade do glúten, é um grande desafio para o setor. Atualmente, na opinião dos consumidores, os produtos isentos de glúten disponíveis no mercado ainda são considerados de baixa qualidade ao nível organolético (O'Shea *et al.*, 2002).

Na Europa, o consumo médio diário de glúten é de 10 a 20 g, atingindo em certos segmentos da população 50 g ou mais (Sapone *et al.*, 2012).

O glúten é o principal complexo de proteína estrutural do trigo. Possivelmente, a introdução de grãos de cereais contendo glúten, ocorreu há cerca de 10 000 anos atrás com o advento da agricultura, sendo um desafio evolutivo que criou as condições para doenças relacionadas com a exposição ao glúten. A maior parte da produção mundial de trigo utilizada para a produção e comercialização de pão, massas e produtos de pastelaria. O trigo, um dos grãos de cereais mais consumidos no mundo, tem mais de 25 000 cultivares diferentes. A enorme disponibilidade da farinha de trigo e as propriedades funcionais das suas proteínas, levaram à sua utilização como ingrediente essencial na confecção de alimentos (Sapone *et al.*, 2012). Existem outros equivalentes proteicos tóxicos do glúten noutros cereais incluindo, o centeio (secalina) e cevada (hordeína) (Rito *et al.*, 2007).

O glúten divide-se em duas frações proteicas tóxicas que incluem gliadinas e gluteninas (Figura 1) (Sapone, *et al.*, 2012). Ambas as frações têm elevado conteúdo em glutamina e prolamina. A gliadina é a fração que contém a maior parte dos componentes tóxicos, proporciona viscosidade e capacidade de expansão à massa. A glutenina é responsável pelas propriedades de elasticidade e coesão da massa. O glúten apresenta propriedades coesivas e viscoelásticas, que combinam os extremos dos dois componentes, gliadina e glutenina. O glúten não é eliminado quando os alimentos são processados termicamente, por isso deve ser substituído por outras farinhas alternativas ao trigo, como é o caso da farinha de soja, farinha de arroz, farinha de amido de milho, entre outras (Araújo *et al.*, 2010).

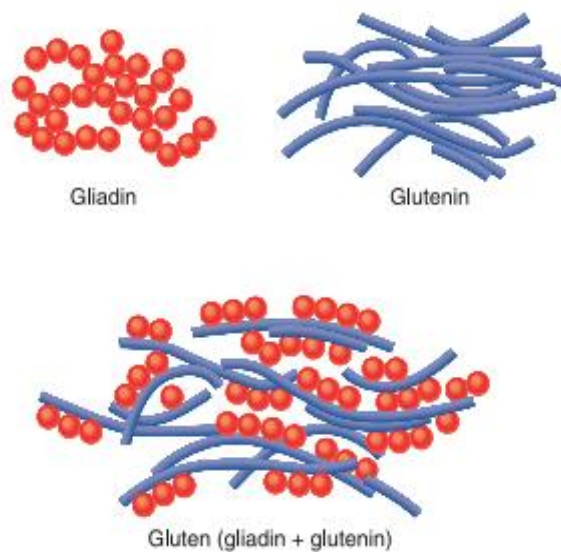


Figura 1. Representação da estrutura do glúten (gliadina + glutenina) (Fonte: Fasano, 2011).

## 2.2 Doença celíaca

A doença celíaca (DC) é uma enteropatia crônica do intestino delgado, de caráter autoimune, desencadeada pela exposição ao glúten em indivíduos geneticamente predispostos. Trata-se de um distúrbio sistêmico mediado pela imunidade desencadeada pelo glúten dietético em pessoas geneticamente suscetíveis (Fasano *et al.*, 2012).

Os sintomas clássicos desta doença incluem problemas gastrointestinais como diarreia crônica, distensão abdominal, má-absorção intestinal e perda de apetite. A doença celíaca é causada por uma reação do organismo ao glúten, num conjunto de proteínas presentes no trigo e em outros cereais como a cevada ou o centeio (Bai *et al.*, 2013).

Nos celíacos, as frações não digeridas das proteínas do glúten, como a gliadina, conseguem atravessar a parede intestinal, desencadeando uma reação do sistema imunológico, que agride as células da camada superficial do intestino delgado, gerando uma inflamação. Esta exterioriza-se, principalmente através de severas lesões da mucosa intestinal, resultando em vários graus de má absorção de nutrientes. O celíaco produz anticorpos contra o glúten, que agem no intestino delgado, atrofiando-o (Fasano *et al.*, 2012).

Na Figura 2 pode observar-se a diferença entre o intestino delgado de um indivíduo normal e o intestino delgado de um indivíduo doente.

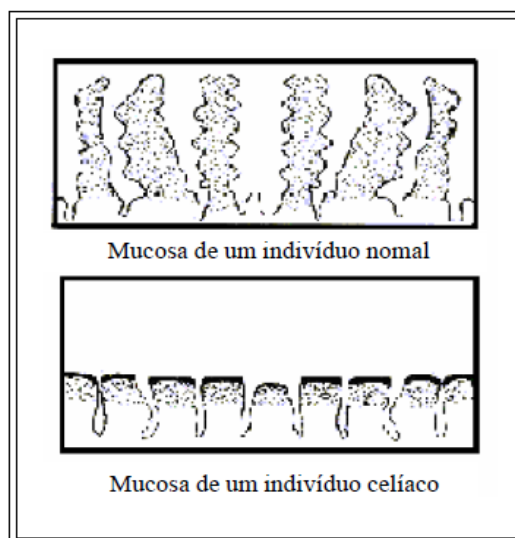


Figura 2. Mucosa intestinal de um indivíduo sadio e de um indivíduo celíaco (Fonte: César *et al.*, 2006).

A doença celíaca é comum em todo o mundo e afeta cerca de 1 em 100 pessoas, ou seja, é um distúrbio que afeta aproximadamente 1% da população na Europa e na América do Norte (Fasano *et al.*, 2012). Dados da Associação Portuguesa de Celíacos (2018) indicam que 1% a 3% da população portuguesa seja celíaca. No entanto, apenas cerca de 10 000 celíacos estão diagnosticados, mas estima-se que existam entre 70 000 a 100 000 celíacos por diagnosticar em Portugal.

Estudos de epidemiológicos consideraram a doença celíaca como uma doença de indivíduos com ascendência branca. Atinge pessoas de todas as idades, mas principalmente crianças entre os 6 meses e 5 anos, sendo mais frequente no sexo feminino. Os sinais de doença celíaca podem variar de acordo com a idade. Na infância, os indicadores mais comuns são diarreia, irritabilidade, falta de apetite, inchaço na região abdominal, vômitos, prisão de ventre e estatura baixa. Em adultos, é comum observar crises de diarreia com dor e desconforto abdominal (Bai *et al.*, 2013).

### 2.3 Características da banana

A banana é um fruto de consumo universal, apreciada por pessoas de todas as classes sociais e de qualquer idade, seja em *in natura*, frita, assada, cozida, em calda, em sobremesas, pastelaria ou em produtos industrializados Farinelli *et al.* (2015). Diante das inúmeras utilizações da polpa da banana e de toneladas de resíduos produzidos através das cascas, uma das formas de agregar valor ao fruto é investir no desenvolvimento tecnológico da produção

e conservação de produtos alimentares obtidos da casca da banana Farinelli *et al.* (2015). Segundo a *Food and Agriculture Organization (FAO)* (2017), a produção da banana tem vindo a aumentar ao nível mundial, sendo a Índia o maior produtor com 29 milhões de toneladas em 2016. Portugal, em comparação, produziu 26 mil toneladas de bananas em 2016.

Devido aos altos teores de amido, fibras e presença de minerais importantes (potássio, cálcio, fósforo e magnésio) a banana tem sido também utilizada na produção de farinha, a qual pode atuar como substituto parcial da farinha de trigo em produtos da indústria de panificação. Essa substituição tem um propósito industrial e nutricional (Fasolin *et al.*, 2007).

A Tabela 1 apresenta a composição nutricional da banana, segundo Gondim *et al.* (2005) reportado na literatura.

Tabela 1. Composição nutricional da banana.

Referência	Constituinte (g/100g)							
	Proteína	Gordura	Fibra	Cinza	Hidratos de carbono	Potássio	Cálcio	Magnésio
Gondim <i>et al.</i> (2005)	1,0	0	1,5	0,8	34	3,28	0	0,24

Na banana verde, sensorialmente, percebe-se uma forte adstringência determinada pela presença de compostos fenólicos solúveis. Contudo, conforme o amadurecimento ocorre a polimerização desses compostos, com consequente diminuição na adstringência, aumento da doçura e redução da acidez. Outra alteração ocasionada pelo amadurecimento é a transformação do amido em açúcares o que justifica o sabor adocicado do fruto após o amadurecimento (Pessoa, 2009). A Figura 3 mostra a classificação do estágio de maturação a partir da coloração da casca, desenvolvida por Von Loesecke (1950).

Nesta Figura 3 observa-se que a banana é classificada de acordo com a cor da casca, desde verde (1) até amarela com áreas castanhas (7) (muito madura).

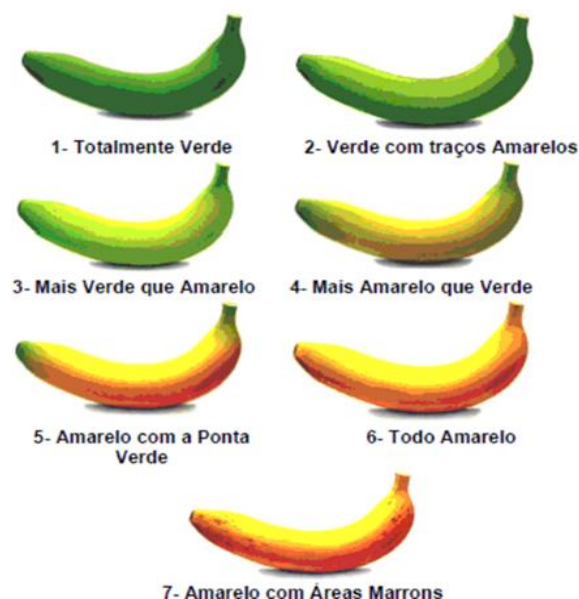


Figura 3. Escala de maturação de *Von Loesecke* (Von Loesecke, 1950).

A ação enzimática também está relacionada com a maturação do fruto e as enzimas polifenoloxidase e peroxidase são consideradas as principais responsáveis pelo processo de escurecimento do fruto, principalmente após seu descasque. Os fenóis presentes na polpa sofrem a ação dessas enzimas e, oxidados, dão origem a compostos de coloração escura chamados de melaninas (Melo *et al.*, 2005).

Na Tabela 2, encontram-se discriminados os diversos estágios no amadurecimento da banana correlacionada com a cor da casca. Segundo Pessoa (2009), o estado de amadurecimento da banana está em proporção direta com a hidrólise do amido e a inversão dos açúcares.

Tabela 2. Escala de maturação da banana (*Musa sapientum*) de Haendler, 1964 (Fonte: Pessoa, 2009).

Coloração da casca	Amido (%)	Açúcar (%)
Verde	21,5±19,5	4,74±0,1
Verde com traços amarelos	19,5±6,5	4,91±0,02
Mais verde que amarela	18±14,5	5,44±0,02
Mais amarela que verde	15,0±9,0	5,56±0,02
Amarela com extremidade verde	10,5±2,5	5,53±0,1
Inteiramente amarela	4,0±1,0	6,11±0,01
Amarela com manchas pardas	2,5±1,0	6,24±0,03

Devido ao processo acelerado de maturação, a banana é um dos frutos que apresenta maior percentagem de apodrecimento pós-colheita, visto que é extremamente perecível e não tolera

o armazenamento a temperaturas de refrigeração. Mais de 20% de bananas são perdidas devido a más práticas na pós-colheita, no armazenamento e o transporte dos produtos para o mercado grossista (Von Loesecke, 1950).

### 2.3.1 A farinha de polpa de banana

Como fonte alimentar, a farinha da polpa de banana tem diversos benefícios para a saúde do consumidor, pelo seu conteúdo em amido resistente, agindo como regulador intestinal e diminuindo o risco de doenças como diarreia, cancro, doenças cardiovasculares, entre outras (Daramola *et al.*, 2006). Na Tabela 3 é possível observar a composição de farinha de polpa de banana, variedade *Prata*, proposta por Vargas *et al.* (2012) e Borges *et al.* (2009).

Tabela 3. Composição nutricional da farinha da banana (polpa).

Referência	Constituinte										
	Acidez (%)	Cinzas (%)	Humidade (%)	Hidratos de carbono (%)	Amido (%)	Proteínas (%)	Lípidios (%)	Potássio (mg/100g)	Cálcio (mg/100g)	Magnésio (mg/100g)	Fibra (mg/100g)
Vargas <i>et al.</i> (2012)*	0,6	3	5,34	88,1	ND	3	0,5	ND	ND	ND	ND
Borges <i>et al.</i> (2009)*	ND	2,7	ND	ND	75	4,7	ND	110	130	70	1,2

\*Variedade: *Prata*; coloração: verde.

A qualidade da farinha da banana (FB) depende de vários fatores incluindo a variedade de banana, o método de secagem, as técnicas de processamento e a forma de armazenamento. Quando processadas, as farinhas de banana podem ser utilizadas em diversos tipos de alimentos, tornando-se uma ótima alternativa para enriquecimento de produtos alimentares, já que pode incrementar o seu valor nutricional. Nesse sentido, alguns estudos sugerem que a farinha da banana pode substituir parcialmente a farinha de trigo, sem que haja perdas de qualidade sensorial do produto final (Fasolin *et al.*, 2007; Borges *et al.*, 2009).

A substituição da farinha de trigo pela farinha de banana, em produtos de panificação, pode proporcionar um aumento no valor nutricional do produto devido ao alto teor em minerais, tais como fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, nitrogênio, boro, cobre, manganês, zinco e ferro (Borges *et al.*, 2009). Pode ainda, melhorar algumas propriedades tecnológicas dos



produtos, como textura, maciez e aparência (Borges *et.al.*, 2010).

No estudo realizado em Biscoitos (Tabela 4), com FB, estes apresentaram redução de percentagem de hidrólise do amido digerível, refletindo na redução da absorção de glicose e verificou-se que não apresentam diferenças significativas na aceitação sensorial em comparação com as amostras controlo, sem adição de farinha de banana (Agama-Acevedo *et.al.*, 2012).

Em biscoitos, tipo *cookie*, formulados com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de banana, verificou-se boa aceitação por parte das crianças, não havendo diferenças significativas entre o controlo, com exceção do biscoito com 30% de FB verde, conforme mostra na Tabela 4 (Fasolin *et. al.*, 2007). Da mesma forma na massa sem glúten, elaborada com 47,5% de farinha de banana (Tabela 4), verificou-se que esta apresentou maior aceitabilidade por parte dos provadores celíacos, 84,5%, relativamente os provadores não portadores da doença celíaca, 61,2%. Entretanto, não houve diferenças significativas entre as amostras com farinha de banana e o controlo em termos de aparência, aroma, sabor e qualidade global (Zandonadi *et. al.*, 2012). Resultados semelhantes foram obtidos por Choo *et al.* (2010), a formulação com 30% de FB não apresentou diferenças significativas na aceitabilidade quando comparada com o controlo. No entanto, verificou-se um aumento significativo do teor de humidade, cinzas, proteínas, amido total, amido resistente e fibra dietética, quando comparado com o controlo (100% farinha de trigo).

A utilização da farinha da banana também foi utilizada numa mistura para bolos com 60% de FB (Tabela 4), quanto à qualidade microbiológica, a adição de farinha da banana em pré-mistura de bolo não apresentou alterações microbiológicas durante 120 dias de armazenamento, estando em conformidade com a Legislação (Borges *et al.*, 2010).

A adição de FB também tem contribuído para melhoria das propriedades funcionais de vários produtos. Em biscoito tipo *snacks*, Wang *et al.* (2012) reportaram que a adição de farinha da banana (Tabela 4), melhorou o valor nutricional, destacando-se os teores de fibra, minerais, polifenóis e a capacidade antioxidante das amostras.

Tabela 4. Referência a estudos com adição de farinha da banana polpa (FB) em diversos produtos alimentares.

Produto	(FB %)	Principais parâmetros analisados	Principais conclusões	Autores
Biscoito tipo cookie	10, 20 e 30	Teste de aceitabilidade; Análise físico-químicas	Apresentaram redução da % de hidrólise do amido digerível; O biscoito com 10% e 20% de FB obteve boa aceitação, com exceção para o biscoito com 30%, que apresentou menor aceitação entre as crianças.	(Agama-Acevedo <i>et al.</i> , 2012); (Fasolin <i>et al.</i> , 2007).
Barras de cereais	13	Análise físico-químicas	Com a farinha da banana adicionada, a barra de cereal pode ser considerada um alimento funcional, que amplia as opções de produtos com perfil nutricional adequado.	(Santos, 2010)
Massa alimentícia	47,50	Análise sensorial; Análise físico-químicas	A massa com FB foi bem aceita pelos celíacos (84,5%) e para os não-celíacos (61,2%) e segundo as análises a massa com FB obteve uma diminuição das gorduras.	(Zandonadi <i>et al.</i> , 2012)
Massa alimentícia	30	Análise sensorial; Análise físico-químicas (hidratos de carbono)	A massa com a FB apresentou uma diminuição dos hidratos de carbono. Além disso, não apresentaram diferenças na aceitabilidade.	(Choo <i>et al.</i> , 2010)
Mistura para bolo	60	Análise microbiológica; Análise físico-químicas (pH, acidez titulável, humidade, vitamina C)	Humidade e vitamina C apresentaram pequenas variações. A estabilidade microbiológica indicou que a pré-mistura de bolo se encontra dentro do padrão e apta para o consumo após o armazenamento (120 dias).	(Borges <i>et al.</i> , 2010)
Snacks mandioca e peixe	Mandioca: 10; 20; 30; 40 e 50 Peixe: 5; 10; 15; 20 e 25	Análise sensorial; Análise físico-químicas; Textura e cor	Com a adição da farinha da banana melhorou o valor nutricional. No entanto, seu uso comprometeu as propriedades de textura. A avaliação sensorial mostrou que o produto com FB foi bem aceito.	(Wang <i>et al.</i> , 2012)
Nuggets	3	Análise físico-químicas; Cor e textura	A adição da farinha da banana foi eficaz para manter o rendimento e cozimento desejado e além de aumentar os benefícios nutricionais (aumento de fibras e cinzas).	(Kumar <i>et al.</i> , 2013)
Pão	7	Análise sensorial; Análise físico-químicas.	O pão com a farinha da banana obteve boa aceitação e aumento de fibras.	(Pacheco <i>et al.</i> , 2005)
Pão de mel	30 e 15	Teste de preferência; Análise físico-químicas.	Os pães de mel elaborados com a farinha da banana são fontes em fibra alimentar e amido resistente e obteve boa aceitação	(Freitas <i>et al.</i> , 2017)

A utilização da farinha da banana também foi estudada em produtos cárneos, na formulação de *nuggets* de frango (Tabela 4). Os autores destacaram que não foi constatada diferenças significativas na análise sensorial dos *nuggets* com adição de FB (Kumar *et al.*, 2013).

Entretanto no estudo realizado com barras de cereais com FB, verificou-se que o produto possuiu baixo valor energético. Desta forma, os resultados obtidos na aplicação de 13% de farinha da banana (Tabela 4) na produção de barras de cereais, possivelmente ao serem incorporadas na dieta, podem contribuir positivamente no controlo glicémico e funcionamento intestinal. A FB pode ser considerada um ingrediente funcional, que amplia as opções de produtos com perfil nutricional adequado (Santos, 2010). Na preparação de pão de mel (Freitas *et al.*, 2017), aplicaram-se parcialmente 15% e 30% de FB (Tabela 4) na sua formulação e concluíram que o pão de mel foi bem aceite pelos provadores, sendo ainda mais rico nutricionalmente. Da mesma forma realizou-se o estudo com pão, elaborado com 7% de FB (Tabela 4), e verificou-se boa aceitação (Pacheco *et al.*, 2005).

### 2.3.2 A casca da banana

Os subprodutos alimentares são produzidos em grande quantidade pelas indústrias de alimentos, anualmente em todo o mundo. Cerca de 38% dos resíduos alimentares é produzido durante o processamento de alimentos (Schieber *et al.*, 2001). A utilização das cascas de frutas na formulação de produtos, pode ser relevante para a dieta alimentar, podendo melhorar o valor nutricional das preparações (Melo *et al.*, 2005). As cascas apresentam maiores teores de nutrientes do que os das suas respectivas partes comestíveis, além de serem uma fonte de fibra (Gondim *et al.*, 2005).

A falta de atenção às perdas globais na cadeia alimentar é uma realidade que deve ser contornada uma vez que é possível criar valor através de muitos destes desperdícios. Uma alternativa que tem ganho relevância, desde o início da década de 70, consiste no aproveitamento de resíduos (principalmente de cascas), de certas frutas, como matéria-prima para a produção de alguns alimentos perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana. Trata-se de uma sugestão plausível e concreta, visto que estes resíduos representam uma excecional fonte de nutrientes para o ser humano, considerados estratégicos para algumas indústrias (Carvalho *et al.*, 2012). Uma alternativa para melhorar o aproveitamento da banana (fruta e casca), visando o menor desperdício e a melhoria da qualidade nutricional dos alimentos é a sua industrialização, como por exemplo, a produção da farinha da casca da banana (FCB). A possibilidade de desenvolvimento da FCB já mostrou ser promissor, podendo ser utilizada na panificação (Borges *et al.*, 2009).

Entretanto, há a necessidade destes novos produtos serem aceites pelo consumidor (Silva *et al.*, 2015) (Melo *et al.*, 2005). A casca de banana é uma parte do fruto que usualmente não é aproveitada e possui maior teor de fibras do que a polpa (fruto) (Borges *et al.*, 2009). Por possuir quantidade considerável de pectina, a casca de banana pode ser utilizada no fabrico de doces, podendo-se tornar uma alternativa viável para resolver o problema da eliminação de resíduos (Almeida *et al.*, 2008).

Segundo Ketiku (1973) e Izonfuo *et al.* (1988), a casca da banana apresenta maiores teores de proteína, gordura, minerais e fibras em comparação com a polpa da banana. Okonogi *et al.* (2017) relataram que a casca de banana, é fonte de antioxidantes naturais.

Na procura de uma alternativa para o aproveitamento deste subproduto, é possível recorrer a métodos de conservação, sendo a secagem uma das técnicas utilizadas. Esta proporcionará ótimas condições de armazenamento, e consequentemente, um tempo de vida mais longo, beneficiando tanto o produtor como o consumidor.

### 2.3.3 Farinha da casca da banana

A farinha da casca da banana torna-se, então, uma alternativa nutritiva, que pode ser incorporada no fabrico de pão, bolos, biscoitos, massas e entre outros (Pessoa, 2009).

Na Tabela 5 encontra-se a caracterização físico-química da farinha da casca de diferentes variedades de banana. Os vários parâmetros estudados apresentam diferenças entre eles, para diferentes variedades, no entanto é difícil uma correlação uma vez que alguns autores não referem de forma clara a variedade quando estudam o estado de maturação.

Através da Tabela observam-se diferenças que se deve à época do ano, técnica de irrigação utilizada na plantação, região da qual a fruta é oriunda, entre outros (Castilho *et al.*, 2014). Comparando os resultados da farinha da casca da banana apresentados por Costa *et al.* (2011), referente à variedade *Prata* pode-se concluir que a farinha da casca da banana acastanhada/madura apresenta maior teor de cinza relativamente à verde.

Tabela 5. Caracterização físico-química da farinha da casca da banana

Referência	Variedade	Constituinte											
		pH	Acidez (%)	Cinzas (%)	Humidade (%)	Açúcar (%)	Amido (%)	Proteína (%)	Lípido (%)	Potássio (mg/100g)	Cálcio (mg/100g)	Magnésio (mg/100g)	Sódio (mg/100g)
Costa <i>et al.</i> (2011)	Prata / Madura	5	1,95*	15,6	12,46	2,67	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Prata / Verde	5	3,35*	5	6,84	1,16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pessoa (2009)	Maçã/ Verde	5	4,87*	8	5,97	17,6	1,65	8,77	7,49	845,7	488,3	138	27
	Prata/ Verde	6	4,99*	7,9	4,44	9,14	12,1	6,58	10,6	623,9	386,8	99,8	18,5
	Pacovan/ Verde	6	6,15*	9,4	4,04	9,55	12,7	4,59	10,2	590,7	356,8	93,4	16,4
Castilho <i>et al.</i> (2014)	Maçã/ Verde	6	5,13	ND	14,3	15,9	2,06	9,97	8,49	825,3	458,1	129	27,9
	Prata/ Verde	6	ND	ND	12,5	9,35	13,1	7,1	11,7	603,7	362,5	84,8	20,4
Vargas <i>et al.</i> (2012)	Prata/ Verde	6	0,75	6,9	4,78	ND	ND	5,09	8,13	ND	ND	ND	ND

\*Ácido málico; ND- não determinado.

### 2.3.4 Aplicação da farinha da casca da banana em produtos alimentares

No estudo realizado com farinha da casca da banana (FCB), Emaga *et al.* (2008) detetou a presença de pectina, que é amplamente utilizada na indústria alimentar na preparação de geleias, doces e outras formulações alimentares. No caso do estudo realizado por Farinelli *et al.* (2015) verificou-se que o biscoito sem FCB (Tabela 6) foi o mais bem classificado pelos consumidores devido ao aspecto visual, apesar do biscoito com FCB ser mais rico em fibras e minerais. Pelo contrário, Ribeiro *et al.* (2011), no estudo com *cookies* de canela com adição de 1,29% de FCB (Tabela 6), obteve maior aceitabilidade entre os provadores. Na preparação de *cupcake*, aplicaram-se 7% de FCB (Tabela 6) na sua formulação, verificou-se boa aceitabilidade, sendo ainda mais rico nutricionalmente (Carvalho *et al.*, 2012).

Tabela 6.Referência a estudos com adição de farinha da casca da banana (FCB) em diversos produtos alimentares.

Produto	(FCB %)	Principais análises	Principais conclusões	Autores
Biscoito tipo <i>Cookie</i>	1,29	Teste de aceitabilidade; Análise microbiológica.	Obteve 60% de aceitabilidade e o mostrou perfil microbiológico aceitável.	(Ribeiro <i>et al.</i> , 2011)
<i>Cupcake</i>	7	Análise sensorial; Análises físico-química	Produto bem aceite pelos provadores e segundo a análise química o cupcake com FCB obteve aumento de lipídios e fibra bruta e diminuiu os hidratos.	(Carvalho <i>et al.</i> , 2012)
Biscoito doce	7,07	Análise sensorial; Análises físico-química	Realizou-se duas formulações com adição de FCB e sem casca da banana, conclui-se que ambos são bem aceites, porém o preferido foi o sem adição da FCB, tendo com atributo o aspecto visual e segundo a análise química o biscoito com FCB tem mais fibras e minerais.	(Farinellia <i>et al.</i> , 2015).

### 2.3.5 Comparação das farinhas de casca e polpa da banana

De acordo com a Figura 4 pode-se observar os valores dos vários parâmetros estudados por Pessoa (2009) e Borges *et al.* (2009) entre a farinha da casca da banana (FCB) e a farinha da polpa da banana (FPB). Ambos utilizaram a banana *Musa sapientum* da variedade *Prata*.

A diferença entre a farinha da casca e polpa é apresentado na Figura 4.

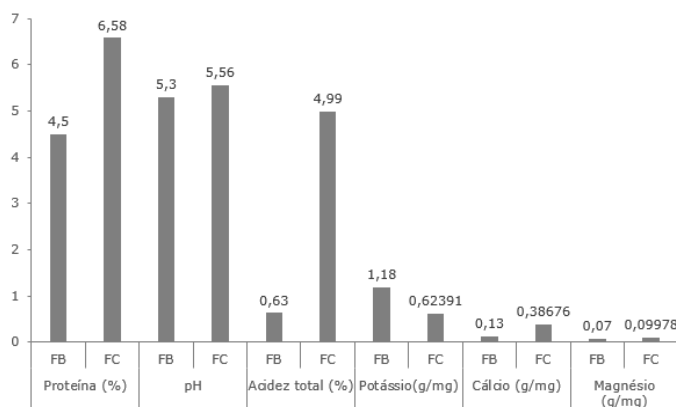


Figura 4. Comparação das farinhas da casca e da polpa de banana.  
FB: Farinha da Polpa da Banana -Verde; FC: Farinha da casca da banana-Verde.

Através desta Figura 4, verifica-se que o valor de acidez total titulável, foi de 4,99% e 0,63% para FB e FC respectivamente, observado por Pessoa (2009), foi de 4,99%.

A quantidade de proteína, cálcio e magnésio observado por Pessoa (2009) na farinha da casca da banana foi superior ao valor encontrado por Borges *et al.* (2009) na farinha da polpa da banana. Este resultado denota que a farinha da casca da banana é fonte rica em proteína, cálcio e magnésio, possuindo valores superiores ao da polpa, podendo vir a serem utilizadas no enriquecimento de alimentos (Pessoa, 2009).

## **CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS**



Neste capítulo encontram-se descritas as matérias-primas utilizadas, o processo produtivo, o planeamento experimental, o teste de aceitabilidade, assim como todos os métodos analíticos aplicados. O presente trabalho encontra-se dividido em duas partes. Na parte I estudou-se a influência dos diferentes estados de maturação da casca de banana para a obtenção da respetiva farinha. A parte II consistiu na incorporação da farinha da casca da banana, obtida na Parte I, na massa de um rissol sem glúten, vegetariano. Em ambas as partes do trabalho, foram monitorizados os parâmetros físico-químico; Na Parte I: estudo do teor humidade da casca da banana durante o processo de secagem, minerais (magnésio, potássio, cálcio), hidratos de carbono, cinzas, fibra bruta, atividade de água, acidez titulável, humidade da farinha, cloreto de sódio e gordura; Na Parte II: hidratos de carbono, fibra, atividade de água, cloreto de sódio, gordura e açúcares totais). Na parte II, além das análises físico-químicas, também se realizou a análise à textura, análise microbiológica e teste de aceitabilidade.

### 3.1 Parte I – Obtenção da farinha da casca da banana

Nesta parte do trabalho selecionou-se a matéria-prima, casca da banana, quanto ao estado de maturação e posteriormente estudou-se a influência dos diferentes estados de maturação no processo de secagem para obtenção da respetiva farinha. Realizaram-se análises físico-químicas nomeadamente ao teor humidade durante o processo de secagem, ao teor de hidratos de carbono, de cinzas, de fibra bruta, atividade de água, acidez titulável e humidade da farinha, cloreto de sódio, gordura e minerais (magnésio, potássio e cálcio). Após os resultados obtidos, escolheu-se a FCB com mais valor nutricional para aplicar-se na Parte II do trabalho.

#### 3.1.1 Matérias-primas

A matéria-prima utilizada foi a banana *Nanica* (subgrupo *Cavendish*), pertencente ao género *Musa sp.*, com origem na Colômbia, categoria I, lote L046051017. O peso variou entre 90 a 290 g, e o calibre, era aproximadamente, 19 cm. As bananas foram adquiridas no supermercado Continente em Viana do Castelo (Portugal). De um lote proveniente de 2 caixas de banana (20 kg por caixa), selecionaram-se, visualmente, os frutos de acordo com seu estado de maturação. As bananas foram classificadas criteriosamente em três estados de maturação conforme a Figura 3 (Escala de maturação de *Von Loesecke*). Na Figura 5 encontram-se os três estados de maturação da banana: da esquerda para a direita, banana

verde (BV), banana amarela (BA) e banana acastanhada (BC) (Von Loesecke, 1950).



Figura 5. Diferentes tipos de maturação da banana desde verde (coloração estágio 2 imagem à esquerda), amarela (coloração estágio 5 imagem do meio) e acastanhada (coloração estágio 7 imagem da direita)

### 3.1.2 Processo produtivo

Na Figura 6 encontra-se o fluxograma do processo produtivo da farinha da casca da banana.

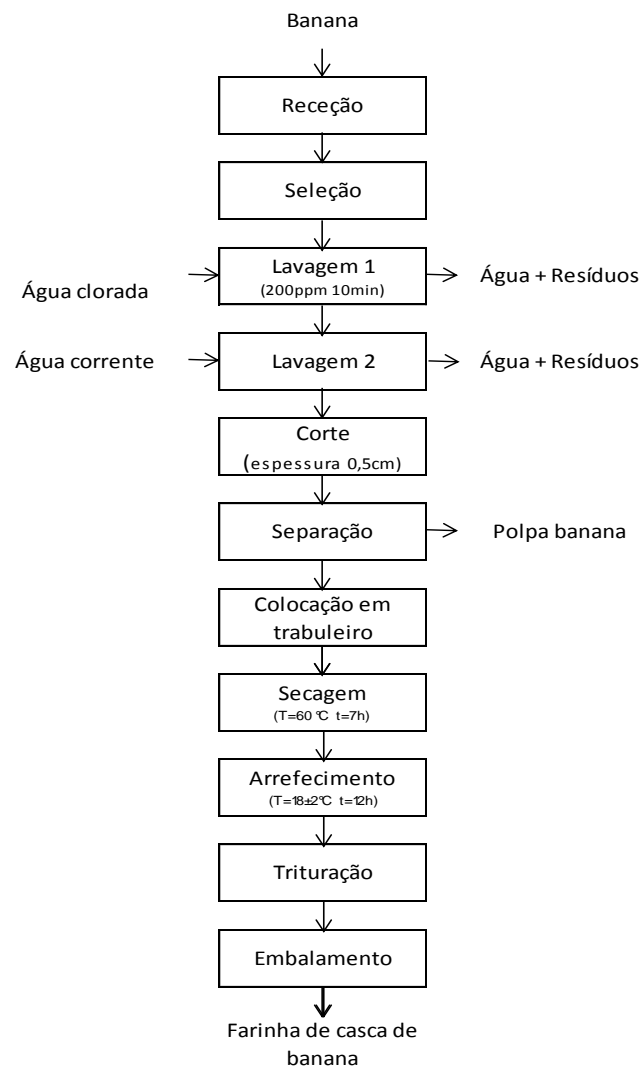


Figura 6. Fluxograma do processo de produção da farinha da casca da banana.

O processo começa pela recepção e seleção das bananas, sendo que estas foram classificadas e separadas criteriosamente em três estados de maturação, tal como explicado anteriormente. Seguidamente as bananas foram lavadas, imersas em água clorada a 200 ppm durante 10min, e posteriormente enxaguadas com água potável. A polpa foi separada manualmente da casca. Numa fatiadora (Aurea, Portugal) cortaram-se as cascas das bananas em fatias de 0.5cm e colocaram-se em bandejas metálicas perfuradas, levando ao forno convetor industrial (Fagor, Espanha) com ventilação a 60°C durante 7 horas. No fim deste tempo retiraram-se do forno e deixaram-se arrefecer à temperatura ambiente durante 12 horas. As cascas secas foram trituradas num robô de cozinha Termomix TM31 (Vorwerk, Alemanha) à velocidade máxima durante 3 minutos, sendo posteriormente peneiradas, armazenadas e identificadas conforme a sua classificação de maturação (Figura 7).



Figura 7. Diferentes tipos de maturação da FBC desde verde (imagem à esquerda), amarela (imagem do meio) e acastanhada (imagem da direita).

### 3.1.3 Condições de secagem da casca de banana

De forma a averiguar o tempo necessário para o processo de secagem da casca de banana, com diferentes estados de maturação foi submetida a um processo de secagem no forno convetor industrial (Fagor, Espanha) com ventilação a 60°C até estabilização de humidade. Para tal, foram retiradas amostras de casca de banana de 15 em 15 minutos na primeira hora, 30 em 30 minutos na segunda hora e de 60 em 60 minutos nas últimas horas.

### 3.2 Parte II – Produção do rissol

Neste capítulo encontram-se descritas as matérias-primas utilizadas e a descrição do processo de produção do rissol utilizado nesta parte do trabalho. Depois de selecionada a farinha da casca da banana (FCB), a parte II consistiu na respetiva aplicação à massa de um rissol sem glúten com recheio de vegetais ultracongelado e regenerado em forno. A formulação da massa do rissol foi baseada na formulação do rissol sem glúten de carne, desenvolvido anteriormente por Leitão (2010). Procedeu-se à elaboração do rissol sem glúten com farinha da casca da banana acastanhada/madura e com recheio de vegetais. Na Tabela 7 encontram-se detalhadas as matérias-primas utilizadas na elaboração deste produto, indicando o fornecedor/marca de cada uma delas.

Tabela 7. Matérias-primas utilizadas e respetiva origem.

<b>Matéria-prima</b>		<b>Fornecedor/Marca</b>
Margarina		Vaqueiro
Sal		Vatel
Farinha de arroz	Massa do rissol	Espiga
Amido de milho		Espiga
Ervilha ultracongelado		Iglo
Milho ultracongelado		Continente
Leite meio-gordo		Agros
Alho seco	Recheio	Margão
Azeite		Oliveira da serra
Cenoura		Ásia/Continente
Pimento vermelho		Espanha/Continente
Cebola		Espanha/Continente
Pão ralado sem glúten	Panagem	Espiga
Óleo	Pré-fritura	Continente

#### 3.2.1 Processo produtivo

Na Figura 8 encontra-se o fluxograma do processo produtivo do rissol recheado com vegetais.

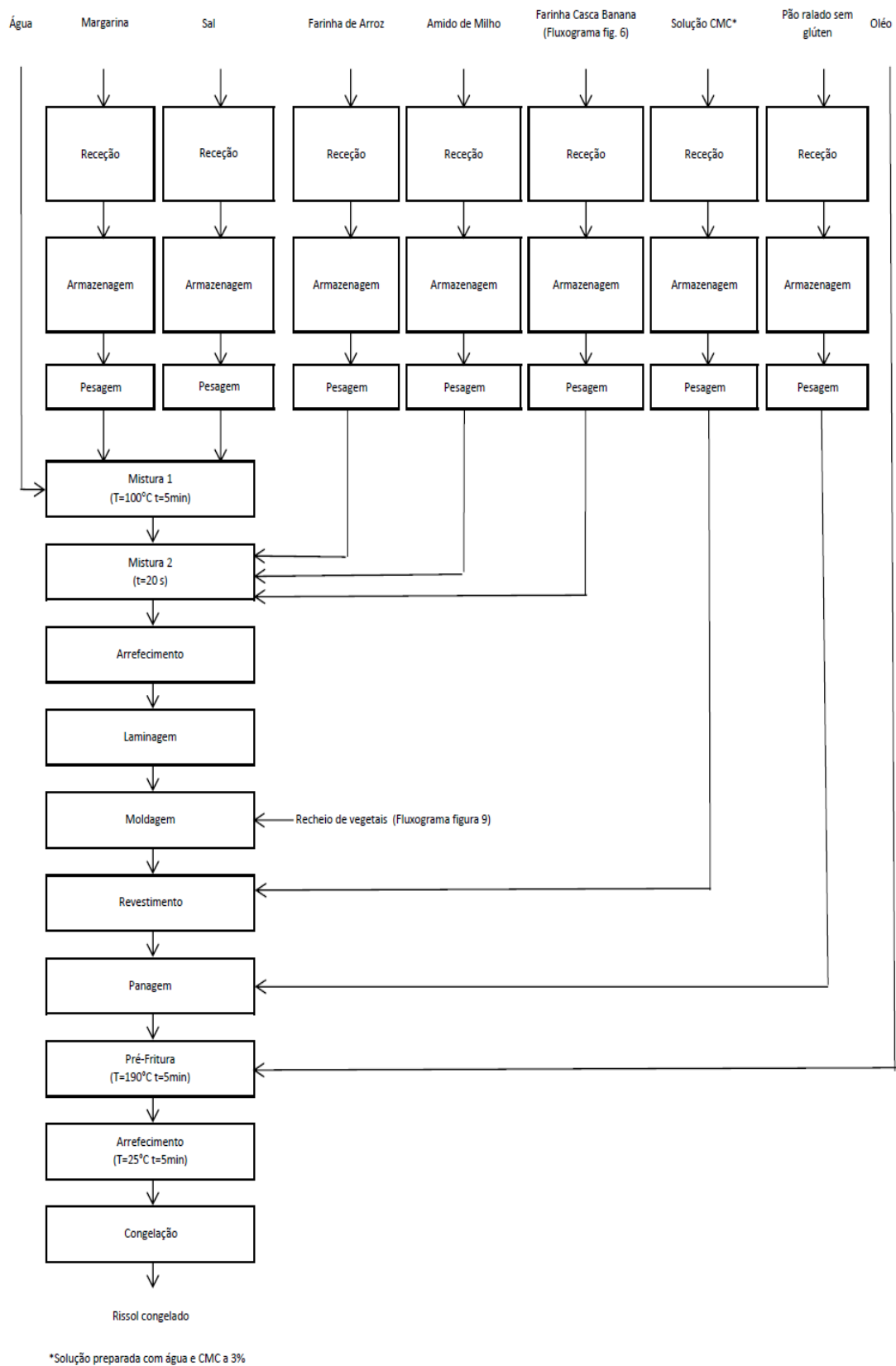


Figura 8. Fluxograma do processo produtivo do rissol

Foram elaboradas 3 formulações de rissol: sendo F1, controlo (0%), sem adição de farinha da casca da banana, F2 e F3, com 5 e 10% de farinha da casca da banana, respetivamente. Na Tabela 8 podem ser verificados os ingredientes utilizados nas formulações dos rissóis. As formulações foram preparadas, individualmente. Para a produção da massa de rissol (Figura 8) o processo começa pela receção dos ingredientes e seguida a armazenagem. Inicia-se a pesagem dos ingredientes da mistura 1 (água, azeite e sal), sendo estes colocados na misturadora Termomix TM31 (Vorwerk, Alemanha), durante 5 minutos a uma temperatura de 100 °C. Pesa-se a mistura 2 (farinha de arroz, amido de milho, farinha da casca da banana), e junta-se à mistura anterior, durante 20 segundos. A massa obtida é retirada e deixada arrefecer até atingir a temperatura de 20 °C. Posteriormente, amassa-se e lamina-se manualmente a massa até atingir uma espessura de 3,7 mm.

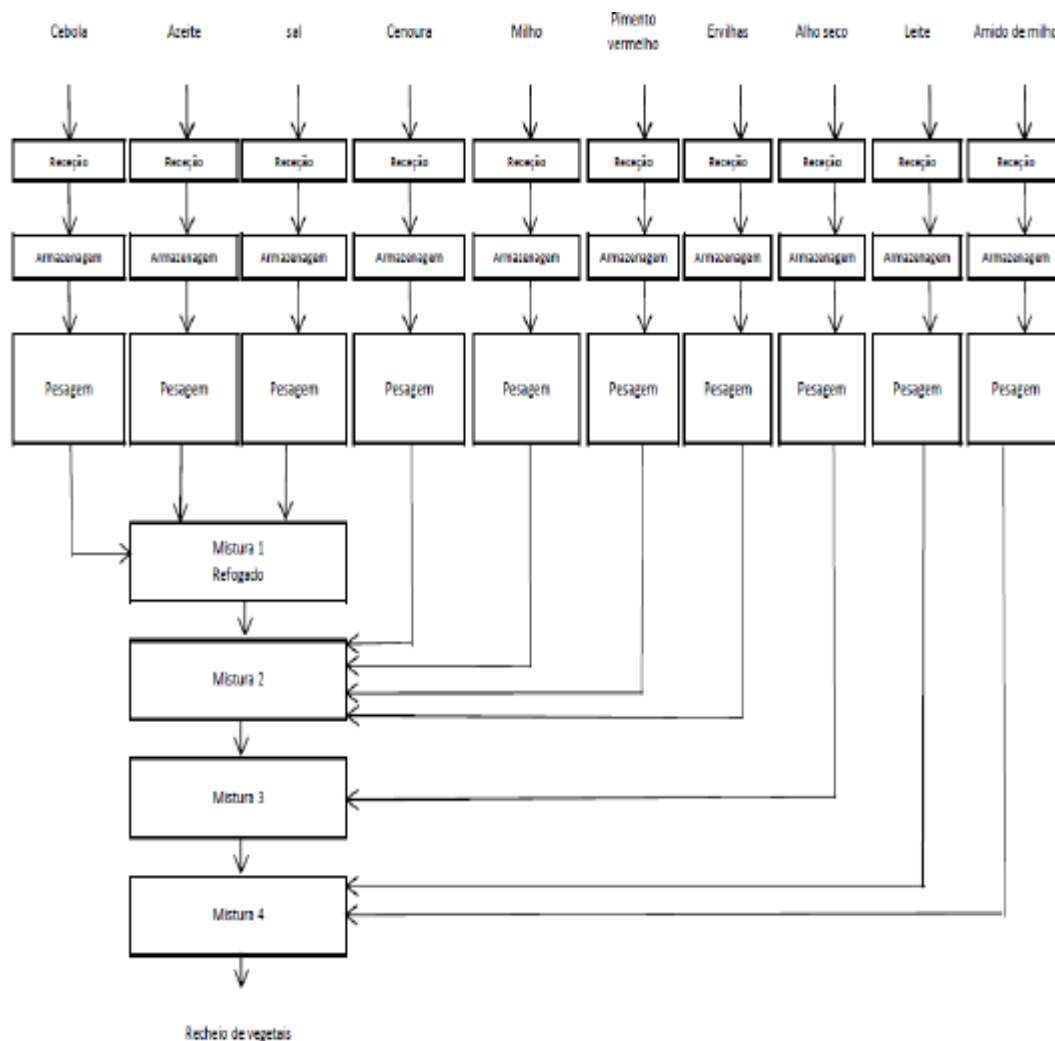


Figura 9. Fluxograma do processo produtivo do recheio de vegetais do rissol

O processo do recheio (Figura 9) inicia-se pela pesagem dos ingredientes (misturas 1,2,3,4). Procede-se ao refogado da mistura 1 (azeite, cebola, sal) durante 5 minutos a 100°C. Acrescenta-se a mistura 2 (cenoura, milho ultracongelado, pimento vermelho, ervilha ultracongelada) durante 3 minutos. Adiciona-se a mistura 3 (alho em pó) durante 1 minuto e por fim junta-se a mistura 4 (leite meio-gordo e amido de milho) até criar uma pasta. Deixa-se arrefecer até atingir a temperatura de 20 °C. Em seguida, lamina-se a massa, faz-se o doseamento do recheio, molda-se e corta-se o rissol. Procede-se à panagem e revestimento com uma solução de carboximetilcelulose (CMC) e pão ralado sem glúten. Submetem-se os rissóis ao processo de fritura durante 5 minutos a 180 °C. Após ter sido retirado da fritura (arrefecimento), coloca-se o rissol num abatedor de temperatura (Mercatus, modelo: standard Y2-3, Portugal). Para finalizar, embalam-se os rissóis e armazenam-se numa câmara de conservação de congelados a uma temperatura de -18°C. Na Tabela 8 é possível consultar as quantidades adicionadas de cada ingrediente.

Tabela 8. Composição das 3 formulações, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub> de rissol estudadas

Ingredientes (%) (g/g)		Formulações		
		F1	F2	F3
Água	Massa	58	58	58
Margarina		1,7	1,7	1,7
Sal		0,7	0,7	0,7
Farinha de arroz		29,6	24,6	19,6
Amido de milho		10	10	10
Farinha da casca da banana		0	5	10
Cebola	Recheio	10,25	10,25	10,25
Milho		11	11	11
Cenoura		11	11	11
Ervilha		11	11	11
Pimento vermelho		11	11	11
Amido de milho		6	6	6
Azeite		10	10	10
Alho seco		1	1	1
Leite		28	28	28
Sal		0,75	0,75	0,75
CMC	Revestimento	100	100	100
Pão ralado sem glúten	Panagem	100	97	97
Farinha da casca da banana		0	3	3

\*F1:controlo; F2: 5% de FCB; F3: 10% de FCB

### 3.2.2 Ensaios preliminares

Os ensaios preliminares tiveram como objetivo aferir qual a formulação da massa do rissol mais adequada ao nível da moldagem e laminagem, para prosseguir com o trabalho. Desta forma consegue-se reduzir o espectro de ação de modo a excluir formulações cujos resultados não seriam passíveis de analisar corretamente, assim como as condições do processo produtivo. Na Tabela 9 encontram-se descritos as formulações dos ensaios realizados (ensaios preliminares). Foram realizados 5 ensaios nos quais variaram a quantidade de FCB, amido de milho e farinha de arroz.

Tabela 9. Resumo dos ensaios preliminares

<b>Ingredientes</b>	<b>Formulação</b>	<b>1° EXP</b>	<b>2° EXP</b>	<b>3° EXP</b>	<b>4° EXP</b>	<b>5° EXP</b>
Água (%)	Massa	58	58	58	58	58
Margarina (%)		1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Sal (%)		0,3	0,7	0,7	0,7	0,7
Farinha de arroz (%)		-	14,6	26,6	19,6	24,6
Amido de milho (%)		-	10	10	10	10
Farinha da casca da banana (FCB) (%)		40	15	3	10	5
Ovo (%)	Revestimento	100	100	-	-	-
CMC (0,3%)		-	-	100	100	100
Pão ralado sem glúten (%)	Panagem	100	90	97	97	97
Farinha da casca da banana (FCB) (%)		-	10	3	3	3

### 3.3 Métodos analíticos

Neste subcapítulo encontram-se descritos os métodos analíticos aplicados no estudo da farinha da casca da banana e no rissol. As análises ao rissol foram realizadas após arrefecimento da amostra à temperatura de  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### 3.3.1 Determinação da atividade da água

A determinação da atividade da água (aw) foi realizada na amostra previamente triturada e homogeneizada recorrendo a um medidor portátil Pawkit (Decagon, EUA). A análise foi realizada em triplicado.

#### 3.3.2 Determinação do teor de humidade

Na experiência realizada com a casca da banana, utilizou-se o método gravimétrico através



de uma balança termogravimétrica (Scaltec, Alemanha). Os resultados obtidos foram expressos em percentagem. Na determinação do teor de humidade da farinha da casca da banana e do rissol recorreu-se a Norma Portuguesa 516:2000. A análise foi realizada em triplicado.

### **3.3.3 Determinação da acidez titulável**

A determinação da acidez titulável foi realizada através da metodologia adotada para a determinação baseada na Norma Portuguesa 1421:1977. A análise foi realizada em triplicado.

### **3.3.4 Determinação do teor de hidratos de carbono**

Na determinação do teor de hidratos de carbono recorreu-se ao método colorimétrico DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico), técnica descrita no *Analytical Chemistry of Foods* (James, 1995).

Realizou-se a digestão da amostra recorrendo à hidrólise dos hidratos de carbono disponíveis a açúcares redutores, com o auxílio de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1,5M), NaHO (10%).

Para a medição, leu-se a absorvência das diferentes amostras e soluções padrão de glucose a 540 nm no espectrofotómetro (Varian Cary 50) e registaram os resultados. Os resultados são apresentados em percentagem. As análises foram realizadas em triplicado.

### **3.3.5 Determinação do teor de açúcares totais**

Os açúcares totais foram determinados a partir do método gravimétrico, segundo a técnica de Munson e Walker, utilizando com referência a NP 1419:1984. As análises foram realizadas em triplicado.

### **3.3.6 Determinação do teor de gordura total**

A determinação do teor de gordura total efetuou-se pelo método de extração com soxhlet técnica descrita no *Analytical Chemistry of Foods* (Ceirwyn S. James, 1995). As análises foram realizadas em triplicado.

### **3.3.7 Determinação do teor de fibra bruta**

Para a determinação do teor de fibra bruta recorreu-se ao método AOAC 962.09: 1995. Para tal, pesou-se 1 g a 1,5 g de cada amostra e procedeu-se à dissolução sucessivamente em

solução ácida, básica e com acetona. O resíduo não dissolvido constitui a fibra. Os resultados são apresentados em fibra bruta/100 g. As análises foram realizadas em triplicado.

#### **3.3.8 Determinação do teor de cloreto de sódio**

Na determinação do teor de cloretos utilizou-se o método de referência à NP 1223:1976. As análises foram realizadas em triplicado.

#### **3.3.9 Determinação do teor de cinzas**

O teor em cinzas foi determinado pela Norma Portuguesa 3299-1986. Uma amostra (3 g) de cada formulação foi colocada numa mufla (Heraeus, Alemanha) a 550 °C até redução a cinzas. A análise foi realizada em triplicado.

#### **3.3.10 Determinação do teor de cálcio**

A determinação do teor de cálcio foi realizada segundo o método de Espectrofotometria de Absorção Atômica descrito pela AOAC 965.09 usando um espectrofotômetro (Varian SpectrAA.A.300, EUA). A análise foi realizada em triplicado.

#### **3.3.11 Determinação do teor de potássio**

A determinação do teor de potássio foi realizada segundo o método de Espectrofotometria de Absorção Atômica descrito pela AOAC 965.09 usando um espectrofotômetro (Varian SpectrAA.A.300, EUA). A análise foi realizada em triplicado.

#### **3.3.12 Determinação do teor de magnésio**

A determinação do teor de magnésio foi realizada segundo o método de Espectrofotometria de Absorção Atômica descrito pela AOAC 965.09 usando um espectrofotômetro (Varian SpectrAA.A.300, EUA). A análise foi realizada em triplicado.

#### **3.3.13 Cor**

Para a determinação da cor utilizou-se um colorímetro Minolta CR-300 (Konica Minolta, USA) utilizando o sistema CIE  $L^*$   $a^*$   $b^*$ .

Previamente à determinação da cor das amostras, procedeu-se à calibração do equipamento. Para tal, recorreu-se à placa própria para o efeito, sendo que os valores presentes no mostrador:  $L^* = 97,06$ ;  $a^* = +5,28$ ;  $b^* = -3,49$ ; indicavam que a calibração tinha sido

efetuada corretamente.

Posteriormente procedeu-se à determinação da cor das amostras, posicionando-se o medidor no centro das mesmas e registrando os valores ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) obtidos. Para cada tipo de amostra efetuaram-se dez leituras. Foi calculada a razão  $L^*/b^*$  que representa a cor amarelada de produtos de panificação (Gallagher *et al.*, 2003).

### 3.3.14 Textura

Para a análise da textura das diferentes amostras dos rissóis foi utilizado um texturómetro (Texturómetro TA.XT. plus) (Figura 10) e uma sonda Cylinder Probe P/2 em aço inoxidável. Realizou-se a análise de perfil de textura (TPA), isto é, a sonda atua duas vezes no material, simulando a ação de duas dentadas no alimento. A resposta da amostra depende, em cada caso, da sua estrutura e composição, obtendo-se através dos testes as curvas que relacionam a força com o tempo ou a força com a distância (Rosenthal, 1999).



Figura 10. Texturómetro

Na análise de textura das amostras foram analisadas duas amostras de cada tipo de produto (rissol F1, F2, F3), e em cada uma efetuaram-se seis determinações, perfazendo um total de doze determinações para cada formulação de rissol.

Na Tabela 10 encontram-se as condições do ensaio utilizadas para a determinação da textura.

Tabela 10. Condições de ensaio utilizados na análise da textura

Categorias	Valores	Unidades
Test mode:	Compression	
Pre-test speed:	2	mm/sec
Test speed:	1	mm/sec
Post-test speed:	2	mm/sec
Target mode:	Distance	
Distance:	5	mm
Trigger type:	Auto (Force)	
Trigger force:	0,04903	N

Os resultados são adquiridos através do *software* do equipamento e submetidos a tratamento estatístico de forma a obter os dados relativos aos parâmetros de dureza, adesividade, elasticidade, gomusidade e mastigabilidade das amostras analisadas. A partir da informação obtida do textugrama, é possível retirar os parâmetros descritos seguidamente.

- **Determinação da dureza**

O parâmetro dureza é obtido a partir do cálculo da força máxima correspondente ao pico máximo expressa em *Newton*.

- **Determinação da adesividade**

O parâmetro adesividade corresponde à área negativa do gráfico. O resultado é expresso em *Newton.segundo*.

- **Determinação da elasticidade**

O parâmetro elasticidade corresponde à percentagem de recuperação do material. É a razão entre duas deformações.

- **Determinação da gomusidade**

O parâmetro gomusidade corresponde à dureza multiplicada por coesividade. O resultado é expresso em *Newton*.

- **Determinação da mastigabilidade**

O parâmetro gomusidade corresponde por gomusidade multiplicada por elasticidade. O resultado é expresso em *Newton*.

### 3.3.15 Avaliação microbiológica

Os ensaios microbiológicos efetuados foram realizados na Unidade de Microbiologia Aplicada – UMA, estrutura integrante da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, laboratório de ensaios acreditado segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025, com certificado número L0359 emitido pelo IPAC.

Os parâmetros microbiológicos utilizados como indicadores para saber se o rissol com diferentes percentagens de farinha da casca da banana está apto para consumo encontram-se descritos na Tabela 11.

Tabela 11. Parâmetros microbiológicos analisados e respectiva referência do método

Parâmetro	Referência do método
Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	ISO 21528-2:2004
Contagem de <i>Escherichia coli</i>	ISO 16649-2:2001
Contagem de Microrganismos a 30°C	ISO 4833-1:2013
Deteção e contagem de Esporos de Clostrídios sulfito-redutores*	IT- 41 Ed. 1 Rev. 2

\*Não está no âmbito da acreditação.

### 3.3.16 Estudo de aceitabilidade

Foram realizados testes de aceitabilidade para os rissóis produzidos nas diferentes percentagens de farinha da casca da banana (0%, 5% e 10%) um total de 104 provadores, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Cada consumidor recebeu 3 rissóis (F1, F2 e F3), apresentadas simultaneamente, codificadas com três algarismos aleatórios. A aceitabilidade do consumidor foi avaliada, de uma forma global, usando uma escala hedónica de 9 pontos (1 – extremamente desagradável a 9 – extremamente agradável) (Peryam *et al.*, 1957). Em simultâneo com o teste de aceitabilidade, os consumidores responderam a um pequeno questionário para caracterização sociodemográfica. A ficha de prova encontra-se no Apêndice IV.

### 3.3.17 Análise estatística

Os resultados foram analisados recorrendo a diferentes ferramentas estatísticas. Para estudar as diferenças entre formulações, aplicou-se aos resultados uma análise de variância (*one-way* ANOVA) e testes de *Tukey* quando a análise anterior apresentar diferenças entre grupos ( $p < 0,05$ ). Considerou-se diferenças estatisticamente significativas para um intervalo de confiança de 95%,  $p < 0,05$ . Foi também aplicada uma análise de componentes principais (ACP) para determinar correlações entre os parâmetros analisados (parte I e II). A análise estatística foi realizada recorrendo ao *software* STATISTICA v 7.0 (StatSoft, EUA).

Aos dados do teste de aceitabilidade foi aplicada uma análise estatística descritiva e realizou-se *Friedman Anova* (pois não seguem distribuição normal), foi realizada recorrendo ao *software* STATISTICA v 7.0 (StatSoft, EUA). Posteriormente através do *software* R, realizou-se uma análise múltipla de correspondência (AC).

## **CAPÍTULO 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

A realização deste trabalho teve como principal objetivo a seleção do estado de maturação da banana para obtenção de farinha da casca da banana (FCB) e a sua aplicação na massa de um rissole, sem glúten, de vegetais, regenerado no forno. Numa primeira parte do trabalho realizou-se o estudo (caraterísticas físico-químicas e nomeadamente teor de humidade durante o processo de secagem) do estado de maturação da casca da banana para a obtenção de FCB. Após os resultados obtidos, escolheu-se a FCB com maior valor nutricional para aplicar-se no rissole. Posteriormente, e numa segunda parte, realizou-se a otimização da formulação do rissole com a aplicação de FCB na respectiva formulação. Previamente foram realizados ensaios preliminares para estabelecer as condições ótimas do processo para os ensaios. Para tal, estudaram-se as caraterísticas físico-químicas, a caracterização microbiológica e a avaliação da aceitabilidade dos consumidores das diversas formulações estudadas F1 (sem adição de FCB), F2 (5% de FCB), e F3 (10% de FCB).

Este capítulo encontra-se dividido em dois subcapítulos, parte I, parte II, e estes em subcapítulos, nos quais se procedem à análise dos diferentes resultados obtido durante os ensaios realizados.

#### 4.1 Parte I – Estudo do estado de maturação para seleção da farinha da casca da banana (FCB)

##### 4.1.1 Teor de humidade da casca de banana

Os valores registados (Apêndice I) para a determinação da humidade da casca de banana com diferentes estados de maturação: banana verde (BV), banana amarela (BA), banana madura/acastanhada (BC) ao longo do tempo de secagem ( $T=60^{\circ}\text{C}$ ;  $t=7\text{h}$ ) encontram-se representados na Figura 11.

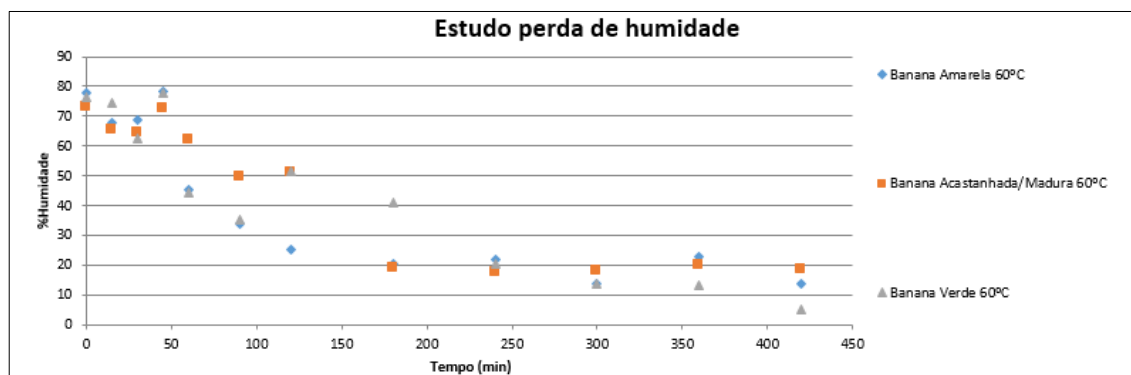


Figura 11. Variação do teor de humidade ao longo do tempo de secagem para os três estados de maturação da casca da banana.

Como se pode verificar na Figura anterior o teor de humidade diminui ao longo do tempo de secagem, para os três estados de maturação da casca de banana. Com a realização da secagem da casca de banana foi possível alcançar uma humidade final de 5,02% para a BV, de 13,74% BA e de 18,60% BC. Através destes resultados é visível conclui-se que independente do estado de maturação da casca de banana o tempo de necessário para a secagem é de 420 minutos.

Tabela 12. Taxa de secagem de casca de banana determinada a partir do gráfico de Figura 11 para os primeiros 180 minutos de tempo de secagem.

Estado de maturação da banana	Taxa de secagem (% humidade/min)
BV	0,1974
BA	0,2658
BC	0,3427

Através da Tabela 12 é possível verificar que a casca de banana verde (BV) apresenta uma taxa de secagem inferior às restantes. Sendo a casca de banana acastanhada/madura (BC) que apresenta maior velocidade de secagem.

#### 4.1.2 Atividade da água( $a_w$ )

A atividade da água ( $a_w$ ) é uma propriedade importante nas formulações e processos alimentares, pois a maior parte das reações bioquímicas e microbiológicas são controladas pela  $a_w$  do sistema, sendo, portanto, um parâmetro útil para prever a estabilidade e o tempo de prateleira dos alimentos (Cazier *et al.*, 2011).

Os resultados obtidos para a  $a_w$  nos diferentes estados de maturação da FCB encontram-se representados na Figura 12.

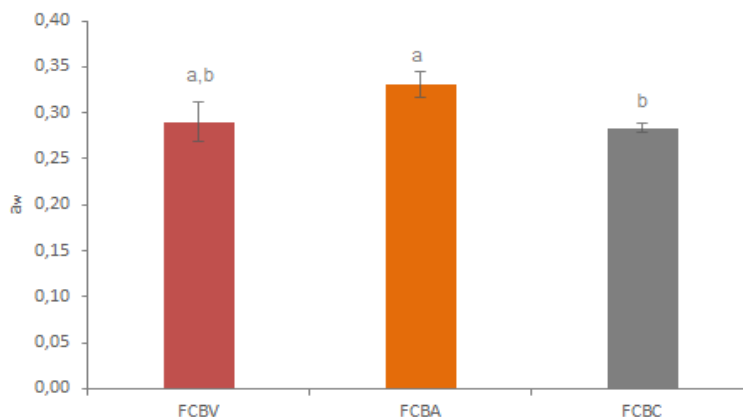


Figura 12. Variação da atividade da água para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).



Através desta Figura, verifica-se que a farinha da casca da banana amarela (FCBA) apresenta valores de  $a_w$  1,2 vezes superior à FCBC, apresentando diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p < 0,05$ ). Pelo contrário, a farinha da casca da banana verde (FCBV) não apresenta diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre a FCBA e a FCBC. Denota-se que os valores de atividade de água obtidos variam entre 0,28 e 0,33. Estes valores indicam que a farinha obtida não será facilmente alvo de contaminação microbiana (Pessoa, 2009). Segundo Pessoa (2009) a atividade de água da farinha, de diferentes variedades de banana, é próxima de 0,40.

#### 4.1.3 Teor de humidade da farinha

Na Figura 13 pode observar-se o teor de humidade obtido para os diferentes estados de maturação da FCB estudado.

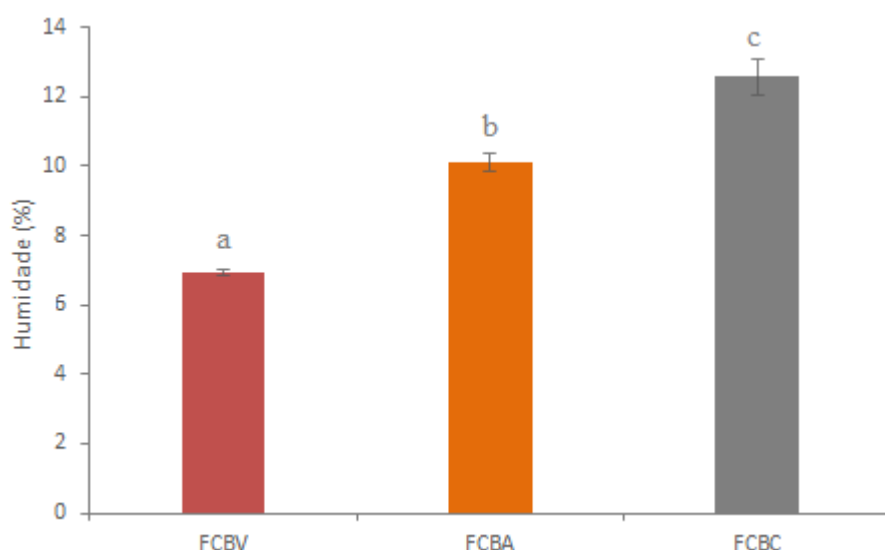


Figura 13. Variação do teor de humidade para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O conhecimento do teor de humidade das farinhas é de fundamental importância no respetivo processo de conservação e armazenamento, e no processo de comercialização (Neto *et al.*, 1998).

Através desta Figura, verifica-se que a FCBV apresenta valores de humidade, inferiores às restantes ( $p < 0,05$ ). Pelo contrário, a farinha da casca da banana madura (FCBC) apresenta o valor de humidade mais elevado (12,57%), sendo 1,8 vezes superior ao teor de humidade para a FCBV e 1,24 vezes superior ao teor de humidade da FCBA ( $p < 0,05$ ). O valor de

humidade mais baixo obtido foi de 6,95% para a FCBV.

Costa *et al.* (2011) verificou que a farinha da casca da banana madura apresenta um teor de humidade de 1,82 vezes superior ao da farinha da casca da banana de verde. Estes valores são concordantes e muito próximos dos valores obtidos neste trabalho.

Melo *et al.* (2005) verificaram que a farinha da casca da banana, após secagem a 75°C, apresenta um valor de humidade de 4,78%. Por outro lado, Neto *et al.* (1998), após secagem natural durante 18 horas, a farinha da polpa da banana, da variedade *Prata*, apresentava um teor de humidade de 7,20%. Este valor é muito próximo do obtido neste trabalho para a FCBV, variedade *Nanica*.

#### 4.1.4 Acidez titulável

Na Figura 14 é possível observar os resultados obtidos para a acidez titulável para os diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana estudados.

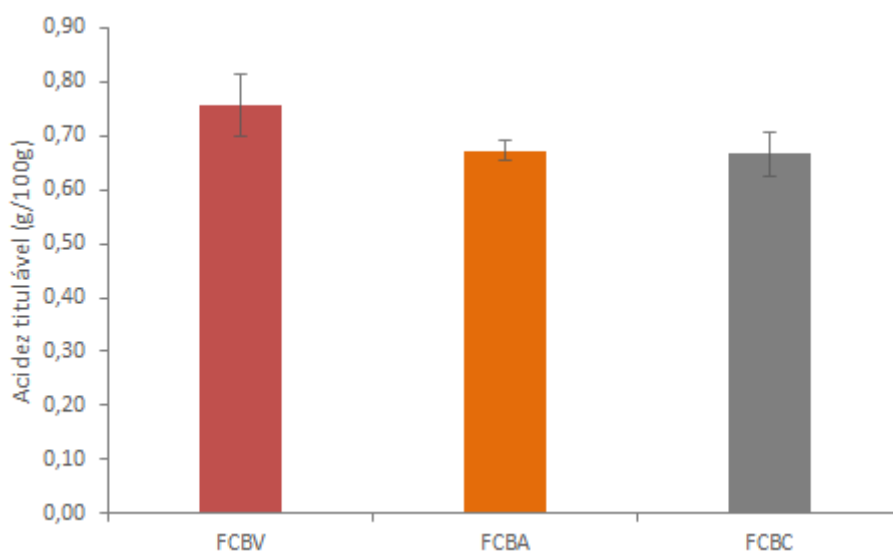


Figura 14. Variação da acidez titulável para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ .

Através desta Figura, verifica-se que a farinha da casca da banana verde apresenta um valor de acidez superior as restantes 0,76g/100g, embora não apresente diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ).

Lima *et al.* (2000) verificaram que a farinha da polpa da banana tinha menor acidez, 0,62g/100g, quando comparada com a farinha da casca da banana 0,75g/100g. Borges *et al.*

(2009), obtiveram valores de acidez titulável de 0,63 g/100g, para a farinha da polpa da banana verde. Todos estes valores são muito próximos dos obtidos no presente trabalho: 0,76g/100g para FCBV; 0,67g/100g para FCBA e 0,67 g/100g para FCBC.

#### 4.1.5 Teor de hidratos de carbono

Na Figura 15 pode observar-se o teor de hidratos de carbono para os diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana estudados.

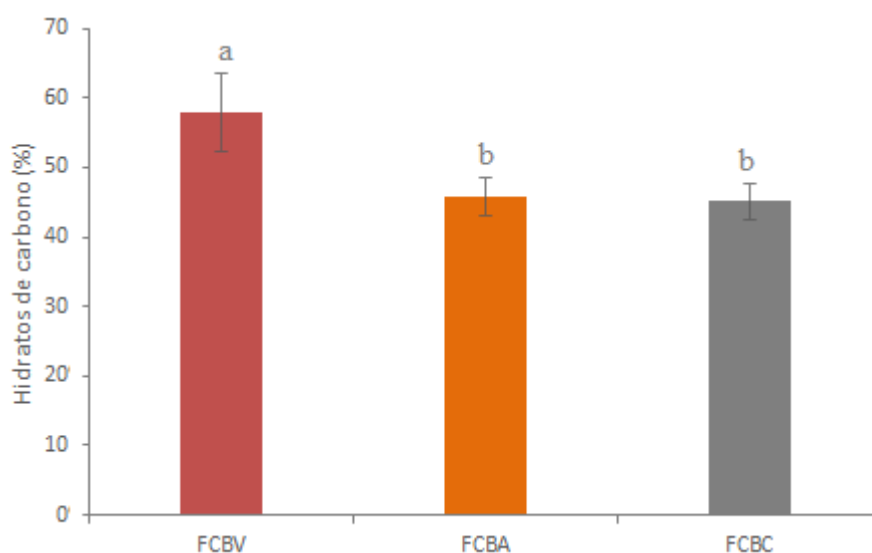


Figura 15. Variação do teor de hidratos de carbono para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Através desta Figura verifica-se que a farinha da casca da banana verde (FCBV) apresenta valores de teor de hidratos de carbono 1,3 vezes superior aos valores para a FCBA e para a FCBC ( $p<0,05$ ). Pelo contrário, a farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada (FCBC) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ). A análise efetuada demonstra que os hidratos de carbono estão presentes em maior expressão na farinha de banana verde, que poderá ser devido à existência dos polissacarídeos, celulose e hemicelulose, presentes em grande quantidade na casca, o que aumenta a respectiva concentração. Como estes polissacarídeos vão-se diminuindo ao longo do amadurecimento do fruto, obtêm-se valores de hidratos de carbono inferiores na farinha da casca da banana madura (Ketiku, 1973).

#### 4.1.6 Teor de gordura total

Na Figura 16 pode observar-se o teor de gordura total obtido para os diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana estudados.

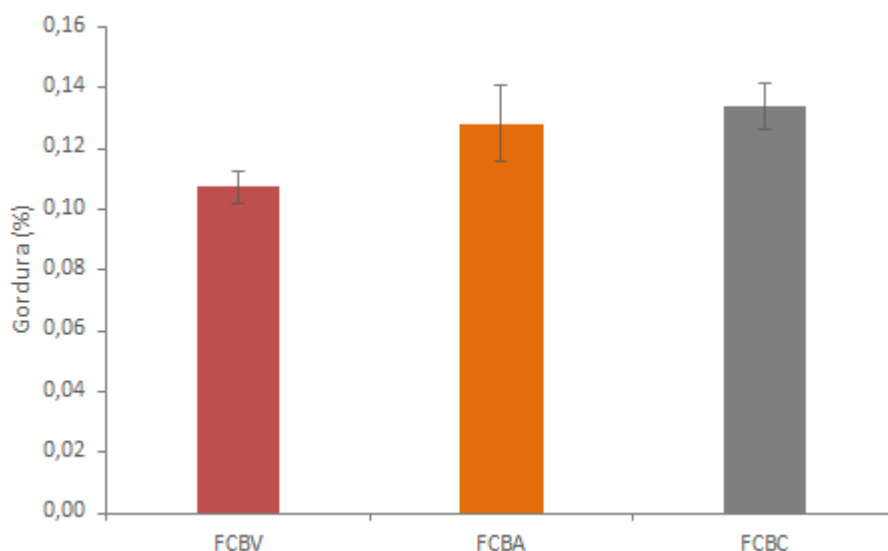


Figura 16. Variação do teor de gordura para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ .

Através da análise dos resultados verifica-se que o teor de gordura presente na farinha da casca da banana, com diferentes estados de maturação (FCBV, FCBA, FCBC), não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ). Pessoa (2009) estudou a farinha da casca da banana de duas variedades, *Prata* e *Maçã*, e obteve 10,53% de gordura na variedade *Prata* e 7,49% de gordura na variedade *Maçã*, valores bastante superiores aos obtidos neste trabalho.

Bezerra *et al.* (2013) referiram que a farinha da casca da banana verde apresenta menor teor de gordura quando comparada com a farinha da polpa da banana verde. Entretanto, Borges *et al.* (2009) estudaram a farinha da polpa da banana verde, da variedade *Prata*, e obtiveram um valor de 0,70% de gordura. No entanto, Torres *et al.* (2005), obtiveram 0,53% de gordura. Estes resultados permitem aferir que a variedade de banana influencia o teor de gordura da respetiva farinha da casca da banana.

#### 4.1.7 Teor de fibra bruta

Na Figura 17, pode observar-se o teor de fibra bruta obtido para os diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana.

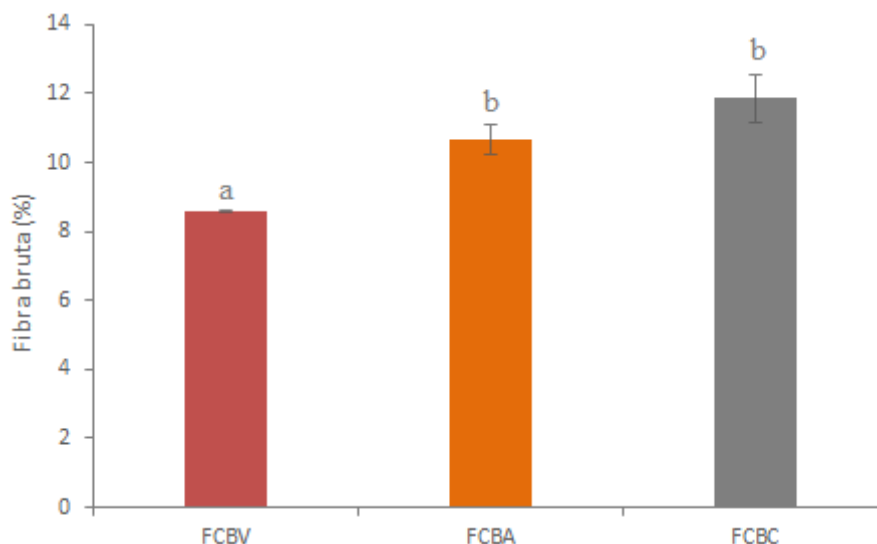


Figura 17. Variação do teor de fibra bruta para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Através desta Figura é possível verificar que a farinha da casca da banana acastanhada (FCBC) apresenta um teor de fibra superior, 11,86%, ao obtido para a farinha da casca da banana verde, 8,57% ( $p<0,05$ ). Deste modo é possível dizer que o teor de fibra bruta para a FCBC é 1,4 vezes superior ao da FCBV. Pelo contrário, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre o teor de fibra para a FCBA e FCBC ( $p>0,05$ ).

Lima *et al.* (2000) estudaram o teor de fibra na polpa da banana madura, que variava entre 0,3% a 3,4%, concluindo que a variação destes valores decorria da origem e respectiva variedade da fruta. Com estes valores é de realçar que a farinha da casca da banana é muito mais rica em fibra do que a polpa da banana quando se comparam com os resultados obtidos neste trabalho. Gondim *et al.* (2005), verificaram que a casca da banana possui um teor de fibras maior quando comparada com cascas a outras cascas de frutas, como por exemplo o melão. Bezerra *et al.* (2013) estudaram a farinha da casca da banana e farinha da polpa da banana com estado de maturação verde e verificaram que a farinha da casca da banana possui maior teor de fibra do que a respectiva polpa. Também Fasolin *et al.* (2007) afirma que a farinha da casca da banana é um alimento rico em fibras e tem o potencial de agregar valor nutricional a vários produtos alimentares.

#### 4.1.8 Teor de cloreto de sódio

Na Figura 18, pode observar-se o teor de cloreto de sódio obtido para os diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana.

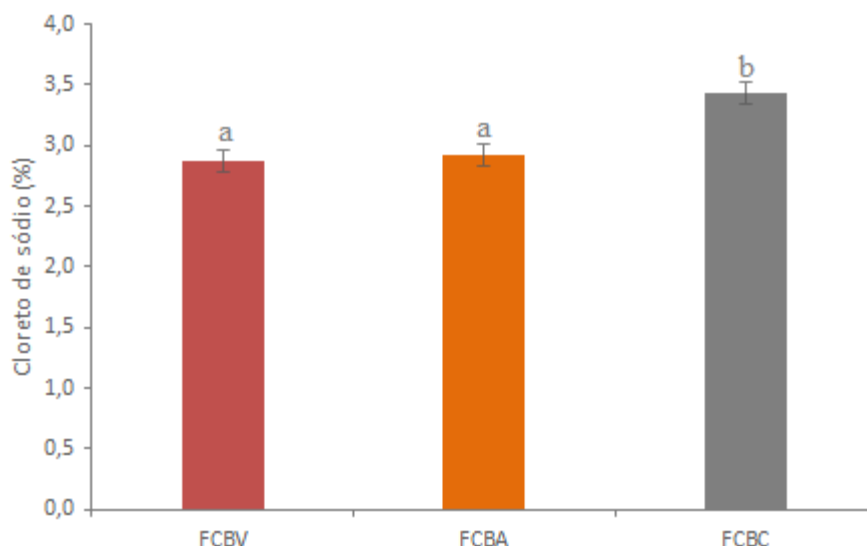


Figura 18. Variação do teor de cloreto de sódio para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de *Tukey* ( $p<0,05$ ).

Através desta Figura verifica-se que os resultados do teor de cloreto de sódio, presente na FCBA e FCBV não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ). Pelo contrário, a farinha da casca da banana acastanhada (FCBC) apresenta valores de sódio 1,2 vezes superior à farinha da casca da banana verde ( $p<0,05$ ).

Em trabalhos de outros autores verificou-se que o teor de cloreto de sódio é bastante superior ao obtido neste trabalho, apresentando valores de 20,38% em FCBV variedade *Prata* (Castilho *et al.*, 2014), 18,48% e 26,99% em FCB, variedade *Prata* e *Maçã*, respetivamente (Pessoa, 2009).

#### 4.1.9 Teor de cinza

Na Figura 19 pode observar-se o teor de cinza obtido para os diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana estudados.

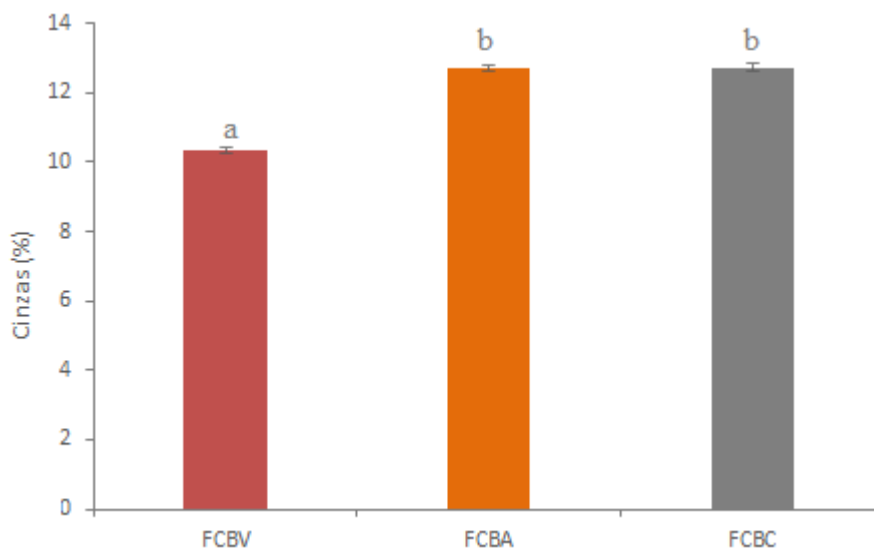


Figura 19. Variação do teor de cinzas para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de *Tukey* ( $p<0,05$ ).

Através da análise dos resultados (Figura 19) verifica-se que a FCBA e a FCBC apresentam teor de cinza 1,3 vezes superior à farinha da casca da banana verde (FCBV) ( $p<0,05$ ). Pelo contrário, a FCBA e FCBC não apresentam valores de cinzas significativamente diferentes entre si ( $p>0,05$ ).

Borges *et al.* (2009) verificaram que a farinha da polpa da banana verde apresenta valores de teor de cinza de 2,68%. Outros autores obtiveram os seguintes valores de teor de cinzas para a FCB: 6,88% em banana verde (Vargas *et al.*, 2012), 5,02% em banana verde e 15,62% em banana madura (Costa *et al.*, 2011). Também Bertoline *et al.* (2010) verificaram que a FCB apresenta teor de cinza superior quando comparada com a farinha da polpa da banana. Denota-se que o teor de cinzas da farinha da casca da banana madura é superior ao da farinha da casca verde, confirmando os valores obtidos neste trabalho. Estes resultados podem estar relacionados com o maior teor de humidade presente na FCBC.

#### 4.1.10 Teor de cálcio

Na Figura 20 pode observar-se o teor de cálcio obtido para os diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana estudados.

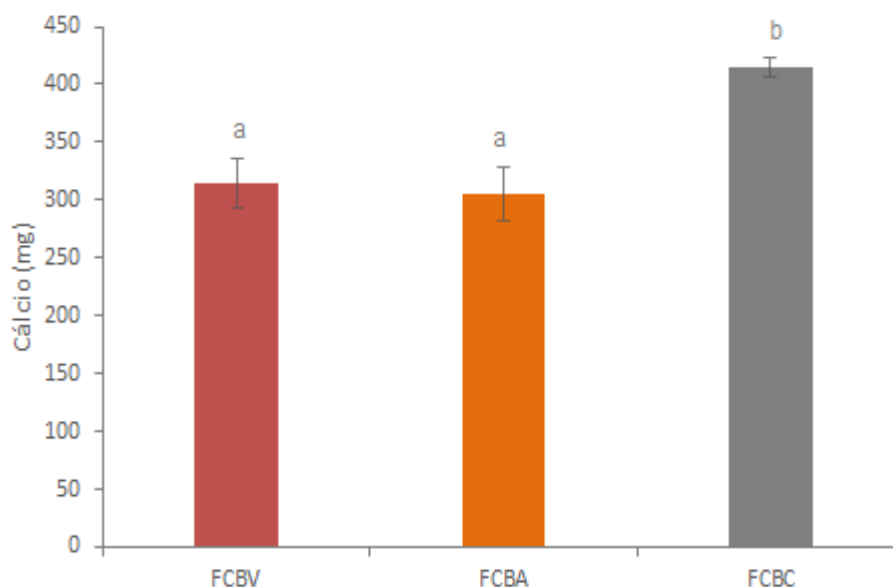


Figura 20. Variação do teor de cálcio para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de *Tukey* ( $p<0,05$ ).

Verifica-se que, o teor de cálcio na FCBC é 1,4 vezes superior ao obtido na FCBA, variando entre 415,15mg/100g e 305,40mg/100g respectivamente ( $p<0,05$ ). Pelo contrário, a FCBV e FCBA não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ).

Borges *et al.* (2009) estudaram a farinha da polpa da banana com estado de maturação verde, da variedade *Prata*, e obtiveram valores de cálcio de 130mg/100g. Ascheri *et al.* (2006) obtiveram para a farinha de arroz polido apenas 6,49mg/100g. Autores afirmam que a FCB possui teor de cálcio superior à farinha de polpa de banana. De facto, Pessoa (2009) obteve 356,8mg/100g de cálcio na farinha da polpa da banana verde, enquanto que Castilho *et al.* (2014) obteve 362,54mg/100g de cálcio em FCBV. Valores muito semelhantes aos obtidos neste trabalho.

O cálcio é um nutriente importante para a ocorrência de várias funções biológicas, como a contração muscular, mitose, coagulação sanguínea, transmissão do impulso nervoso ou sináptico e o suporte estrutural do esqueleto. Muitos estudos têm demonstrado que uma ingestão adequada de cálcio pode prevenir doenças como a osteoporose, hipertensão arterial, obesidade e cancro de cólon (Bueno *et al.*, 2008).



#### 4.1.11 Teor de potássio

Na Figura 21 pode observar-se o teor de potássio obtido para os diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana.

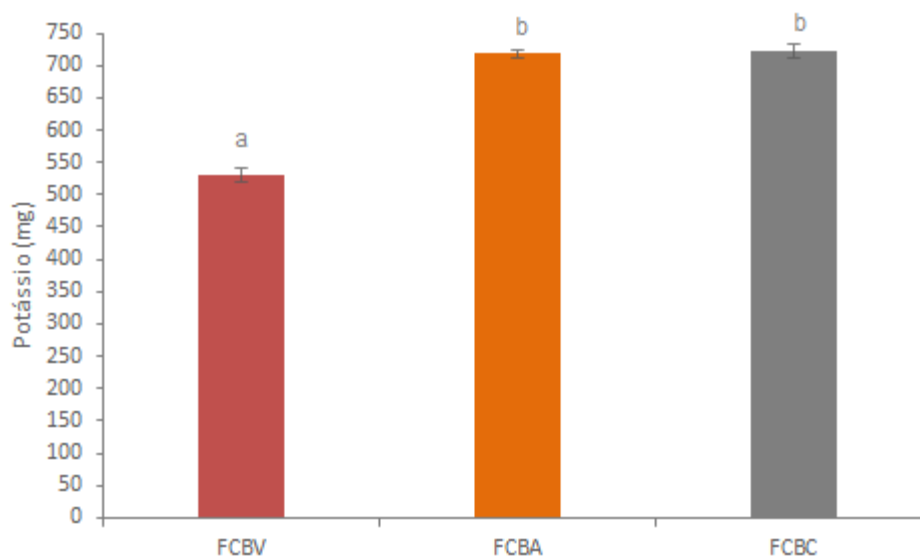


Figura 21. Variação do teor de potássio para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Através desta Figura, verifica-se que a FCBC (721,0 mg/100g) e a FCBA (717,67mg/100g) apresentam teor de potássio cerca de 1,4 vezes superior à farinha da casca da banana verde (530,7mg/100g) ( $p<0,05$ ). Pelo contrário, a FCBA e a FCBC não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ).

Ascheri *et al.* (2006) obtiveram valores de 97,22 mg/100g de potássio na farinha de arroz polido. No entanto, Castilho *et al.* (2014) obteve valores de potássio de 603,69 mg/100g na FCBV. Segundo Izonfuo *et al.* (1988), em um estudo sobre o efeito de amadurecimento na composição química da casca e polpa de banana, concluiu-se que a casca apresentou teores mais elevados de minerais, especialmente potássio, cálcio, magnésio, fósforo e ferro do que as polpas de banana.

#### 4.1.12 Teor de magnésio

Na Figura 22 pode observar-se o teor de magnésio obtido para os diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana.

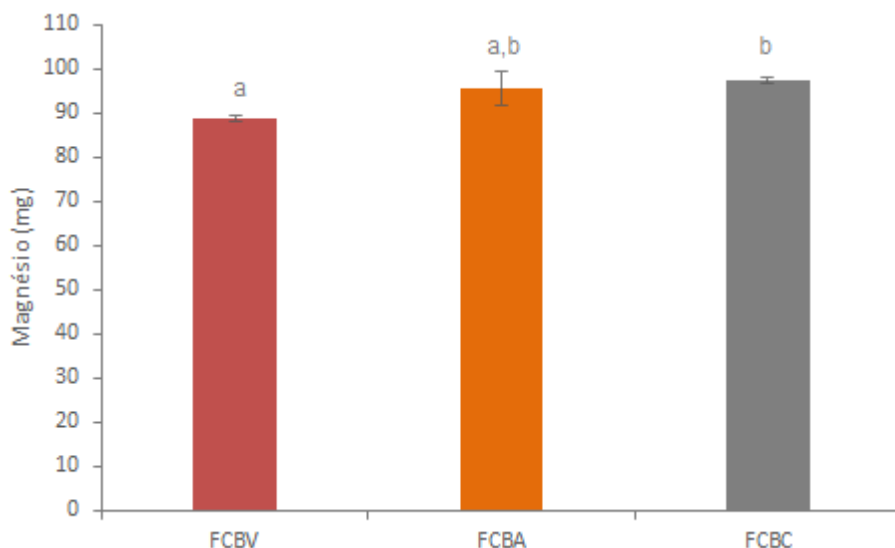


Figura 22. Variação do teor de magnésio para a farinha da casca da banana verde (FCBV), farinha da casca da banana amarela (FCBA) e farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de *Tukey* ( $p<0,05$ ).

Verifica-se que o teor magnésio em diferentes estados de maturação da farinha da casca da banana variou entre 88,8 a 97,2 mg/100g e foi mais elevado na farinha da casca da banana acastanhada (FCBC). Deste modo é possível observar, que o teor de magnésio é 1,1 vezes superior na FCBC quando comparada com a FCBV ( $p<0,05$ ). Pelo contrário, a farinha da casca da banana amarela (FCBA) apresentou valores semelhantes aos outros estados de maturação ( $p>0,05$ ). Castilho *et al.* (2014) obtiveram 84,83 mg/100g de magnésio em farinha da casca da banana verde, variedade *Prata*. Pessoa (2009) obteve 93,4 mg/100g em FCBV na variedade *Pacovan*. Estes valores estão de acordo com os obtidos neste trabalho, mostrando que o tipo de variedade não parece ter influência no teor de magnésio da farinha da casca.

#### 4.1.13 Análise multivariada dos dados físico-químicos Parte I

De forma a completar a análise aos resultados obtidos nesta parte do trabalho, procedeu-se a uma análise de correlação entre os dados obtidos. Os resultados foram analisados através de uma análise multivariada, análise de componentes principais (ACP). Esta análise permite verificar as relações entre variáveis. A primeira componente principal (CP1) é a que contém a maior parte da informação inicial (variáveis) para a interpretação dos resultados usadas neste estudo, seguida da CP 2.

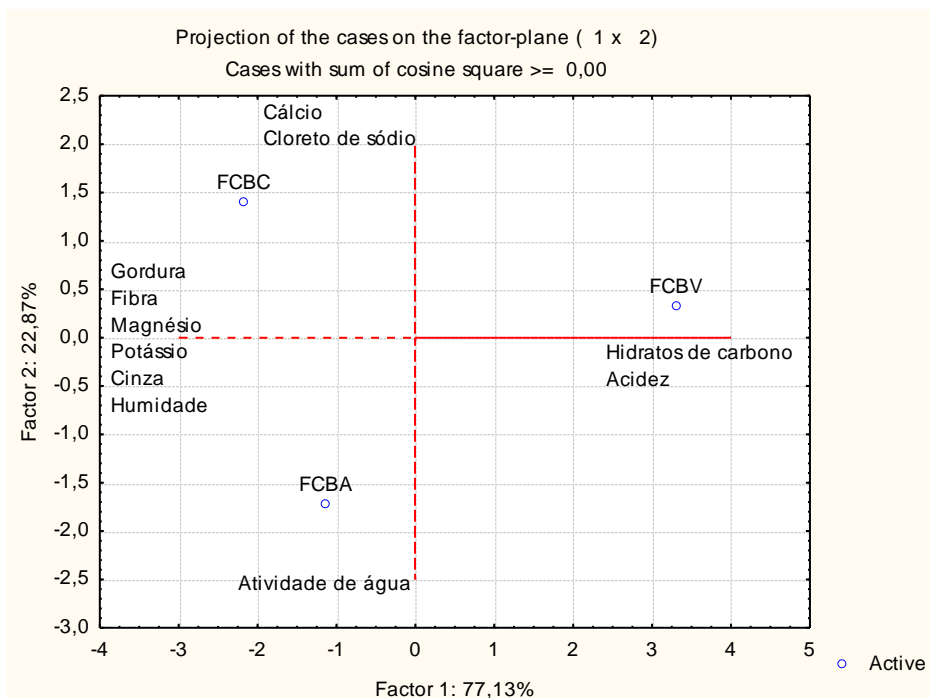


Figura 23. Representação dos componentes principais (CP 1 vs CP 2) aplicada aos dados das análises físico-químicas das farinhas de diferentes estados de maturação (parte I).

A Figura 23 apresenta o gráfico das CP 1 vs CP 2 com a projeção das amostras analisadas. Esta Figura permitiu determinar as variáveis que diferem entre amostras e quais os parâmetros mais relevantes nessa diferenciação. Como se pode verificar, é possível agrupar 100% da variedade observada dos dados. A CP1, o eixo horizontal do gráfico, agrega 77,13% da informação inicial e representa a correlação direta entre o teor de hidratos de carbono e acidez, inversamente correlacionada com os valores do teor de gordura, teor de fibra, teor de magnésio, teor de potássio, teor de cinza e humidade. A CP2, o eixo vertical na Figura 23, explica 22,87% da informação inicial e expressa as diferenças entre as farinhas, verificando que essas diferenças se devem essencialmente aos valores de teor de cálcio, cloreto de sódio e atividade da água ( $a_w$ ).

Como se pode observar, a farinha da casca da banana verde (FCBV) apresenta maior teor de hidratos de carbono e acidez relativamente às restantes. Verifica-se que a farinha da casca da banana acastanhada/madura (FCBC) apresenta maior teor de gordura, fibras, teor de magnésio, teor de potássio, cinzas, humidade, teor de cálcio e cloreto de sódio enquanto que a farinha da casca da banana amarela (FCBA) apresenta maior teor de atividade de água ( $a_w$ ). Verifica-se, com base em toda a análise de componentes principais (ACP), que a farinha com mais valor nutricional é a farinha da casca da banana acastanhada/madura devido ao

seu alto teor em fibras, teor de magnésio, teor de potássio, teor de cinzas e elevado teor de cálcio e baixo teor de hidratos de carbono e acidez.

#### 4.2 Efeito da farinha da casca da banana madura no rissol

##### 4.2.1 Ensaio preliminares

Após ter sido verificada que a farinha da casca da banana acastanhada é a que possui maior valor nutricional, realizaram-se cinco experiências designadas de ensaios preliminares, para aferir qual seria a formulação de rissol mais adequada para prosseguir com o trabalho. Nestes ensaios utilizaram-se as cinco formulações descritas na Tabela 9. Com estas formulações procedeu-se à elaboração da massa de rissol de acordo com o fluxograma da Figura 8.

Como resultado da experiência 1, realizada com 40 % de FCB, verificou-se que a massa não apresentava a união necessária para realizar a modelagem. Desta forma optou-se por diminuir a percentagem de FCB.

Na experiência 2, realizada com 15% de FCB, verificou-se que não se conseguia laminar a massa e era bastante quebradiça, concluindo-se que ainda tinha FCB em excesso.

Na experiência 3, com 3% de FCB, verificou-se que a massa apresentava boa capacidade de laminagem.

Na experiência 4, realizada com 10 % de FCB, verificou-se que apesar de apresentar boa capacidade de moldagem a massa era pouco elástica e era ainda quebradiça.

Na experiência 5, com 5% de FCB, apesar de ser pouco elástica, era fácil de moldar e laminar. Na Figura 24 é possível observar a massa do rissol controlo e a massa com 5% de FCB.



Figura 24. Imagem da massa do rissol controlo (à esquerda) e massa do rissol com 5% de FCB (imagem à direita).

Relativamente à panagem na experiência 1, não se conseguiu realizar boa adesão entre massa e a panagem.

Na experiência 2, realizada com 10% de FCB, verificou-se que, durante o processo de fritura, a massa do rissol adquiria rapidamente uma coloração castanha-preta.

Na experiência 3, realizada com 3% de FCB, verificou-se que a massa adquiria uma cor castanha clara dourada e com boa adesão entre massa e o sistema de panagem.

Após a realização dos ensaios preliminares optou-se por não utilizar mais do que 10% de FCB na massa. Tal como verificado, a adição em excesso de FCB afeta as características físicas da massa não conferindo resultados que possibilitem a respectiva laminagem. Desta forma, optou-se por usar apenas 5% e 10% de FCB na massa e 3% FCB no sistema de panagem.

Na Figura 25 é possível observar a imagem obtida dos rissóis produzidos com 5% e 10 % de farinha da casca da banana. Após ter ocorrido a congelação os rissóis foram regenerados no forno estando prontos para as análises.



Figura 25. Imagem do rissol com 5% FCB (à esquerda) e 10% FCB após regeneração (imagem à direita).

#### 4.2.2 Atividade da água ( $a_w$ )

A água desempenha um papel relevante na conservação e deterioração dos alimentos. Num alimento é possível encontrar água sob duas formas, quimicamente ligada a outras moléculas é na sua forma livre, separada de outras moléculas (disponível). A água disponível permite a ocorrência de reações químicas, assim como o crescimento microbiano, e determina o respetivo valor de atividade da água ( $a_w$ ) do alimento. A importância da atividade de água está na sua relação com a conservação dos alimentos, que permite determinar a sua estabilidade e o respetivo tempo de vida (Cazier *et al.*, 2007).

Os resultados obtidos da  $a_w$  das formulações de rissol com farinha da casca da banana (F2 e F3), assim como da formulação controlo (F1), encontram-se na Figura 26.

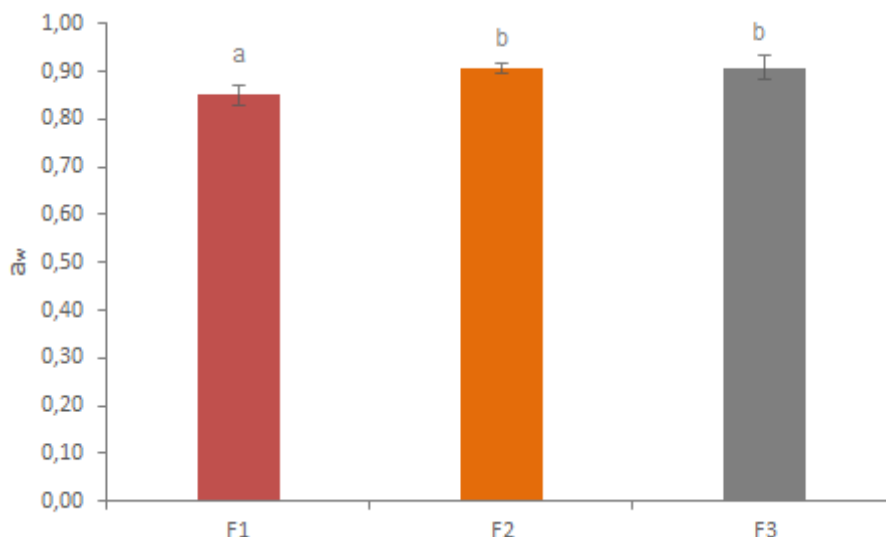


Figura 26. Variação da atividade da água para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Através desta Figura verifica-se que, genericamente, o valor da  $a_w$  é superior nas formulações com adição de farinha da casca da banana (F2 e F3) do que na formulação controlo (F1), apresentando diferenças significativas ( $p<0,05$ ). No entanto, entre as formulações a F2 e F3 não existem diferenças significativas entre si ( $p>0,05$ ). Os valores obtidos para a  $a_w$  foram de 0,850; 0,907 e 0,907 para F1, F2 e F3, respetivamente. Um valor mais elevado de  $a_w$  significa que há mais água disponível no sistema. Resultados semelhantes foram reportados por Juarez *et al.* (2006) que estudaram a aplicação da farinha da polpa de banana verde em pão e verificaram um aumento significativo na atividade da água, quando comparado ao controlo, elaborado com 100% de farinha de trigo.

#### 4.2.3 Teor de hidratos de carbono

Os resultados obtidos para o teor de hidratos de carbono das formulações de rissol estudadas encontram-se na Figura 27.

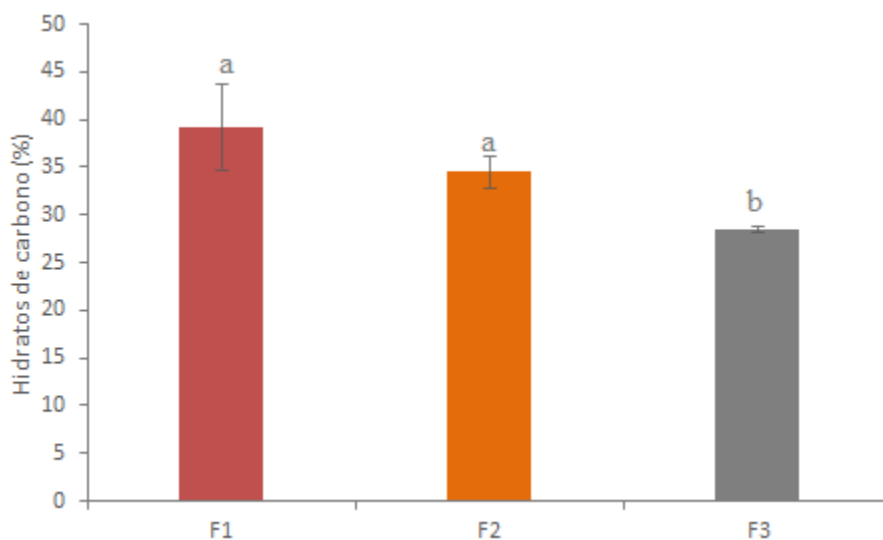


Figura 27. Variação do teor de hidratos de carbono para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Verifica-se que os resultados do teor de hidratos de carbono presente na F1 e F2 não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ). A substituição de farinha de arroz por 10% de FCBC (F3) diminuiu cerca de 1,4 vezes o teor de hidratos de carbono, apresentando diferenças significativas entre a F1 e F2 ( $p<0,05$ ).

Da mesma forma Fasolin *et al.* (2007) e Carvalho *et al.* (2012) observaram a diminuição do teor de hidratos de carbono quando substituíram a farinha de trigo por farinha de polpa de banana (verde) e FCB em biscoito e *cupcake*, respetivamente.

#### 4.2.4 Teor de fibra bruta

A farinha da casca da banana é um co-produto alimentar rico em fibras, o que faz com que os alimentos enriquecidos com ela tenham alto teor de fibra e, consequentemente, alto valor nutritivo (Fasolin *et al.*, 2007). Na Figura 28, pode observar-se o teor de fibra bruta obtido para cada uma das três formulações de rissol realizadas.

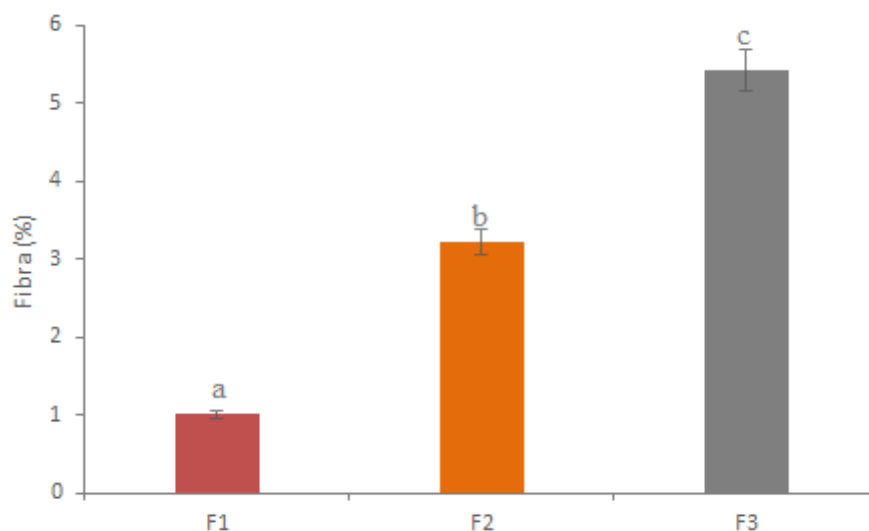


Figura 28. Variação do teor de fibra bruta para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de *Tukey* ( $p<0,05$ ).

Verifica-se que a incorporação de farinha da casca da banana no rissol alterou o conteúdo final do teor de fibra nas formulações F2 e F3, quando comparado com a formulação controle (F1) apresentando diferenças significativas entre si ( $p<0,05$ ). Realizando o teste de *Tukey* nota-se que todos os grupos (F1, F2 e F3) são diferentes entre si. O teor de fibras variou de 1,02% até 5,42%, para F1 e F3, respectivamente.

Verificou-se que a substituição de farinha de arroz pela farinha da casca da banana, em 10% (F3), aumentou 5 vezes o conteúdo do teor de fibra bruta, quando comparado com o controle (F1). Resultados semelhantes foram reportados por Carvalho *et al.* (2012) que estudaram um *cupcake* com 7% de FCB, verificando um aumento 3,3 vezes no teor de fibra comparado com o *cupcake* controle. Também Juarez *et al.* (2006), no seu trabalho com a aplicação de farinha da polpa de banana verde em pão, reportaram um aumento significativo no teor de fibra bruta, quando comparado ao controle elaborado com 100% de farinha de trigo. Wang *et al.* (2012) estudaram biscoito tipo *snacks*, e reportaram que a adição de farinha da polpa de banana verde também aumentou o teor de fibra bruta.

#### 4.2.5 Teor de cloreto de sódio

Na Figura 29 pode observar-se o teor de cloreto de sódio obtido para cada uma das três formulações realizadas.



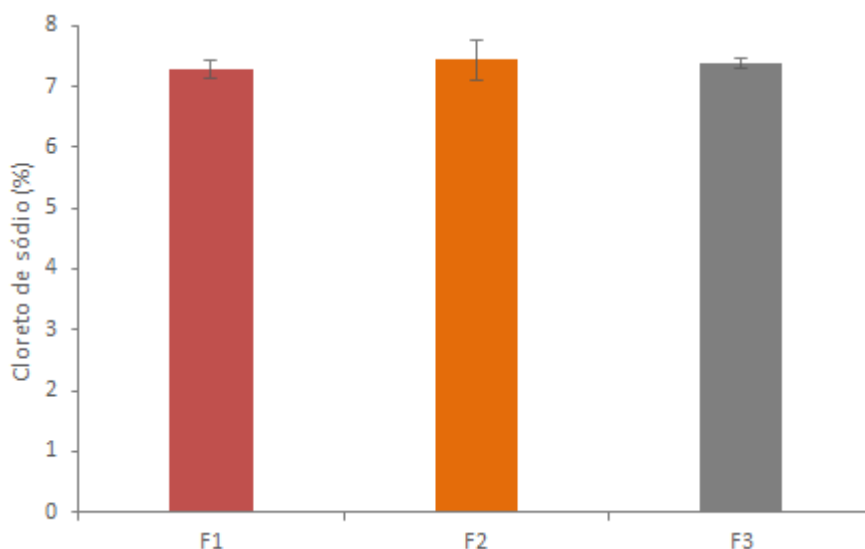


Figura 29. Variação do teor de cloreto de sódio para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ .

Nesta Figura, verifica-se que não existem diferenças estatisticamente significativas entre as amostras estudadas ( $p>0,05$ ). O valor médio obtido para o cloreto de sódio é de 7,36%.

No entanto, é importante ter em atenção a quantidade de cloreto de sódio presente nos alimentos, pois um terço das mortes da população global é atribuída a doenças cardiovasculares. De facto, a pressão arterial elevada é o maior causador de doenças cardiovasculares e o sal (cloreto de sódio) é o principal fator do aumento da pressão arterial (Lynch *et al*, 2009). A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda reduzir o consumo de sódio em crianças e adultos para controlo da pressão arterial. De acordo com a OMS, o nível máximo recomendado para adultos são 2g por dia (5g/dia de sal) e para crianças a OMS recomenda que este valor seja ajustado para valores inferiores com base no requisito da ingestão energética das crianças em relação aos dos adultos (WHO, 2012). Segundo o relatório de 2005 do *Institute of Medicine* (IOM), a ingestão adequada de sódio foi estabelecida tendo em conta, as necessidades de sódio da maioria dos indivíduos de acordo com a idade e o sexo. Assim foi determinado que a ingestão adequada seja 1500mg de sódio por dia para indivíduos com idade compreendida entre os 9 e os 50 anos.

#### 4.2.6 Teor de gordura total

Na Figura 30 pode observar-se o teor de gordura obtido para cada uma das três formulações realizadas.

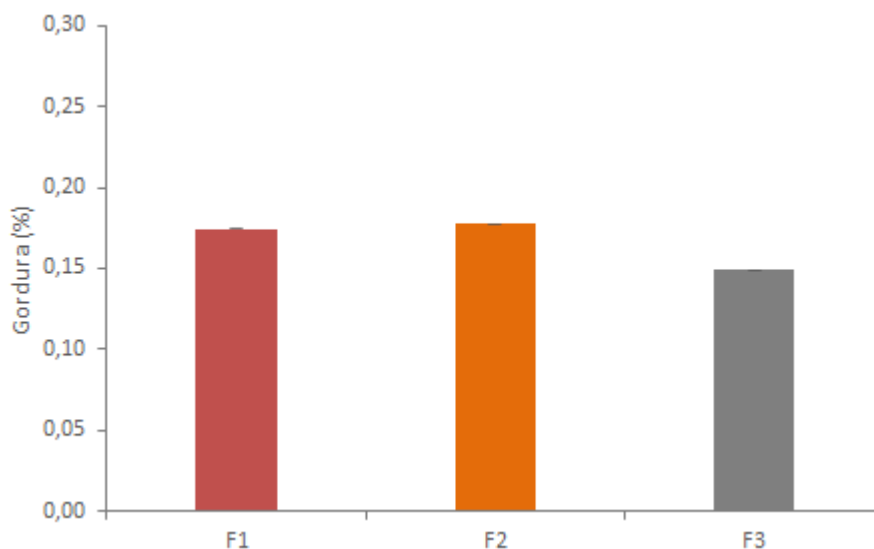


Figura 30. Variação do teor de gordura para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ .

Verifica-se que os resultados do teor de gordura total para F1, F2, F3 não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ). O valor obtido é de 0,17%, 0,18% e 0,15%, para F1, F2 e F3, respetivamente.

Resultados semelhantes foram reportados por Fasolin *et al.* (2007) que estudaram a substituição da farinha de trigo por farinha de polpa de banana verde e não obteve diferenças significativas no teor de gordura dos biscoitos. Pelo contrário, Carvalho *et al.* (2012) observou um aumento do teor de gordura quando adicionou a um *cupcake* farinha da casca da banana verde. Entretanto, no trabalho de Vernaza *et al.* (2011) foi verificada uma redução significativa do teor de gordura total na massa com a adição de FCBV.

#### 4.2.7 Teor de açúcares totais

Na Figura 31 pode observar-se o teor de açúcar total obtido para cada uma das três formulações realizadas.

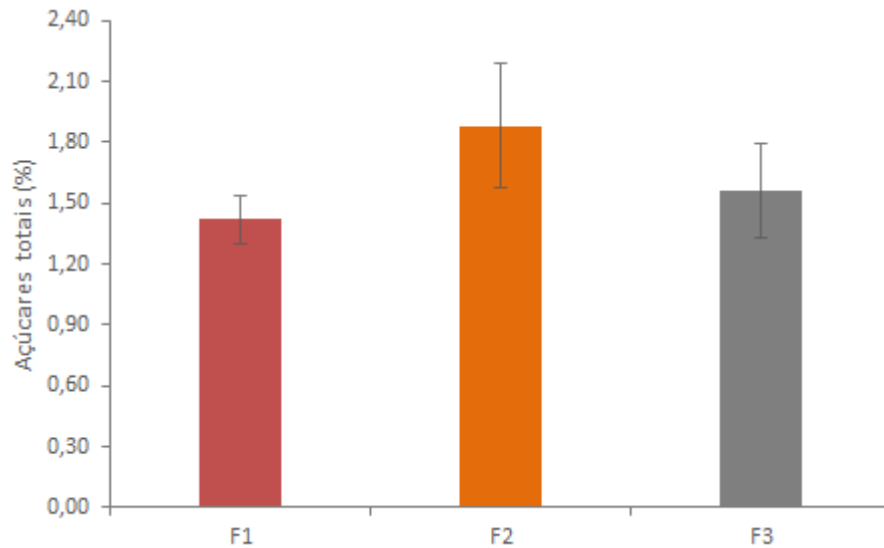


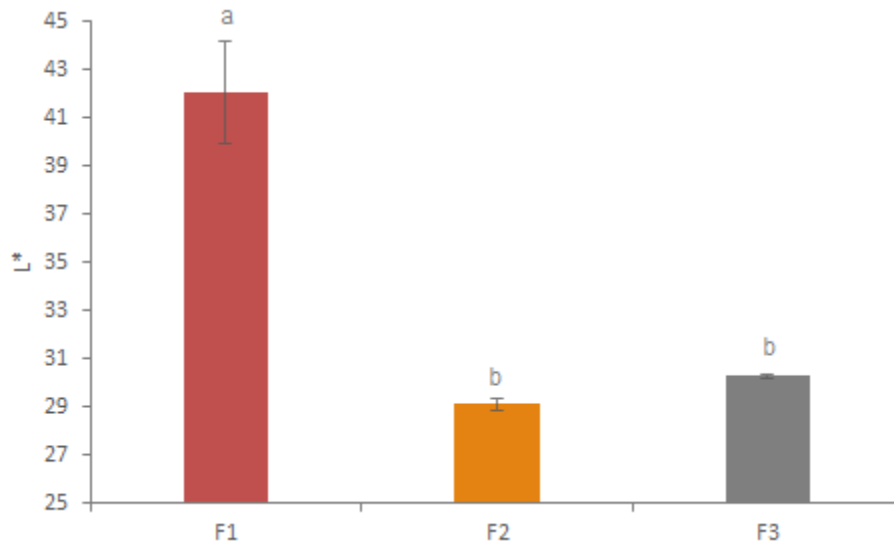
Figura 31. Variação do teor de açúcares totais para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=3$ .

Verifica-se que os resultados do teor de açúcares totais das formulações F1, F2 e F3 não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ). Pelo contrário, Fasolin *et al.* (2007) reportou que a substituição de farinha de trigo por farinha de polpa de banana em massa de biscoito promovia a diminuição de 1,20 vezes o teor de açúcar total.

#### 4.2.8 Cor

Os parâmetros  $L^*$  e  $L^*/b$  para a superfície dos rissóis podem ser observados na Figura 32.

(A)



(B)

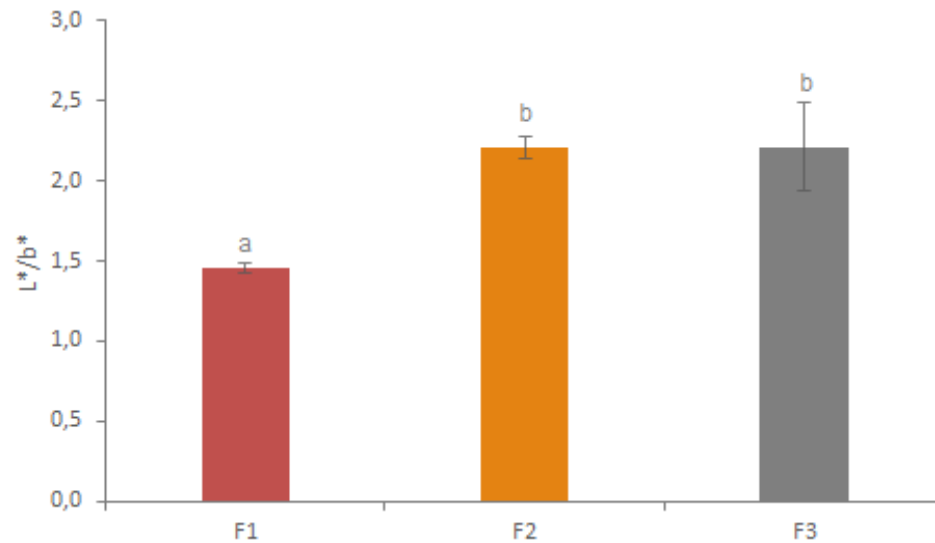


Figura 32. Variação dos valores de  $L^*$  (A) e  $L^*/b^*$  (B) para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controle sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=10$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de *Tukey* ( $p<0,05$ ).

Através da Figura 32 (A), verifica-se que os valores de  $L^*$  nas formulações F2 e F3 não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p>0,05$ ). Pelo contrário, verifica-se que a adição de 5% ou 10% ao rissol diminui 1,4 vezes a luminosidade do mesmo (F1). Este comportamento significa que a adição de FCBC promoveu a diminuição da luminosidade dos rissóis, tendo como consequência o seu escurecimento. Na Figura 33, é possível visualizar a cor das diferentes formulações. Através desta Figura, observa-se que a cor acastanhada dos rissóis F2 e F3 é bastante semelhante, ao contrário do rissol controle (F1) que apresenta uma cor amarelo-dourado, típica do rissol com farinha de trigo.



Figura 33. Aparência do rissol controlo (F1), com adição de farinha da casca da banana madura 5% (F2), com 10% farinha da casca da banana acastanhada (F3).

Relativamente aos resultados de  $L^*/b^*$ , Figura 33 (B), verifica-se que as formulações F2 e F3 não apresentam diferenças estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ), exceto na formulação F1 que não possui farinha da casca da banana ( $p < 0,05$ ). A adição de 10% de FCBC à formulação base (F3) promoveu um escurecimento da cor ( $L^*/b^*$ ) em 1,5 vezes.

#### 4.2.9 Dureza

A dureza pode ser definida como a força necessária para atingir uma determinada deformação (Szczeniak, 2002). A dureza foi calculada a partir da análise dos gráficos obtidos durante o procedimento experimental. Na Figura 34 podem observar-se os resultados obtidos para a dureza dos rissóis com diferentes concentrações de farinha da casca da banana acastanhada/madura.

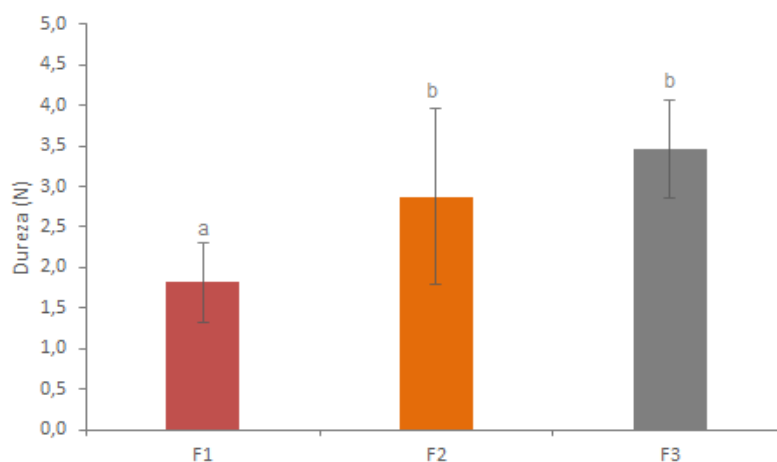


Figura 34. Variação dos valores da dureza para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=12$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Através desta Figura é possível verificar que a formulação controlo F1 apresenta uma dureza

inferior às formulações F2 e F3 ( $p < 0,05$ ), enquanto que estas últimas formulações F2 e F3 não apresentam diferenças significativas entre si ( $p > 0,05$ ). A dureza da formulação F3 é superior, cerca de, 1,9 vezes quando comparada com a formulação controlo (F1). De referir que esta formulação apresenta maior conteúdo de farinha da casca da banana acastanhada. É possível constatar que a incorporação de 5% ou 10% de farinha da casca da banana provocou o aumento da dureza do rissol, talvez devido ao maior conteúdo em fibras.

#### 4.2.10 Adesividade

A adesividade é definida como o trabalho necessário para superar a força atrativa entre a superfície do alimento e a superfície de outros materiais com os quais o alimento entra em contacto (Szczesniak, 2002).

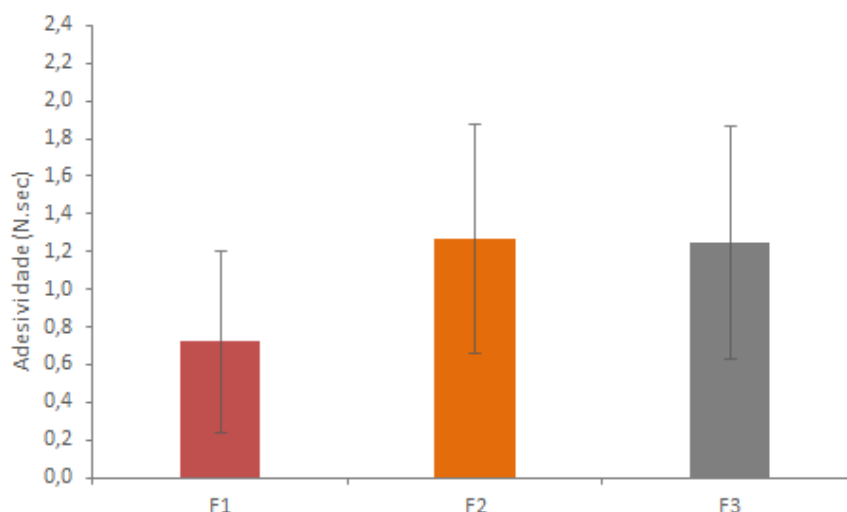


Figura 35. Variação dos valores da adesividade para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=12$ .

Através da Figura 35, verifica-se que as formulações F1, F2, e F3 não apresentam valores de adesividade estatisticamente diferentes entre si ( $p > 0,05$ ). Apesar da formulação F1 parecer apresentar menor adesividade do que as restantes.

#### 4.2.11 Elasticidade

Na Figura 36 pode observar-se os resultados obtidos para a elasticidade do rissol com diferentes concentrações de farinha da casca da banana madura.

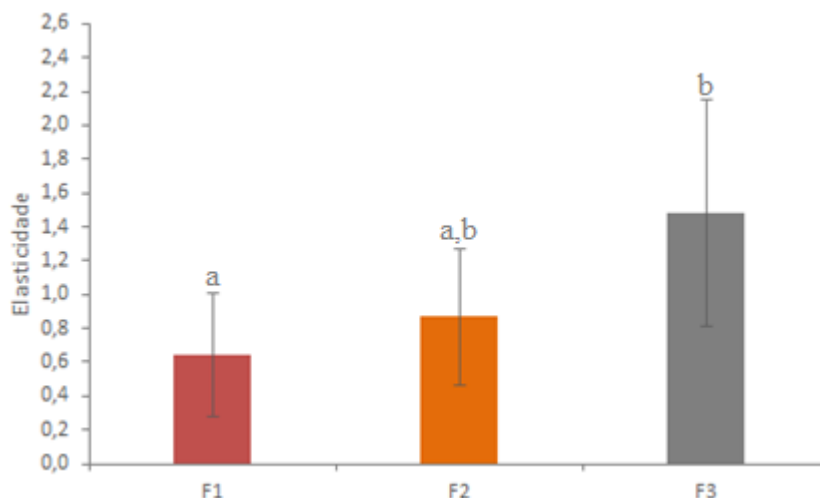


Figura 36. Variação dos valores da elasticidade para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1). Valores médios  $\pm$  desvio padrão para  $n=12$ . Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de *Tukey* ( $p<0,05$ ).

Através desta Figura verifica-se que a incorporação de FCBC influenciou a elasticidade da massa do rissol. A formulação F3 apresenta valores de elasticidade 2,3 vezes superior ao ensaio controlo (F1) ( $p<0,05$ ). O mesmo não foi verificado com a formulação F2, a qual não apresentou diferenças significativas relativamente à F1 ( $p>0,05$ ), nem diferenças em relação à formulação F3.

#### 4.2.12 Gomusidade

Na Figura 37 observam-se os resultados obtidos para a gomusidade da massa do rissol com diferentes concentrações de farinha da casca da banana acastanhada.

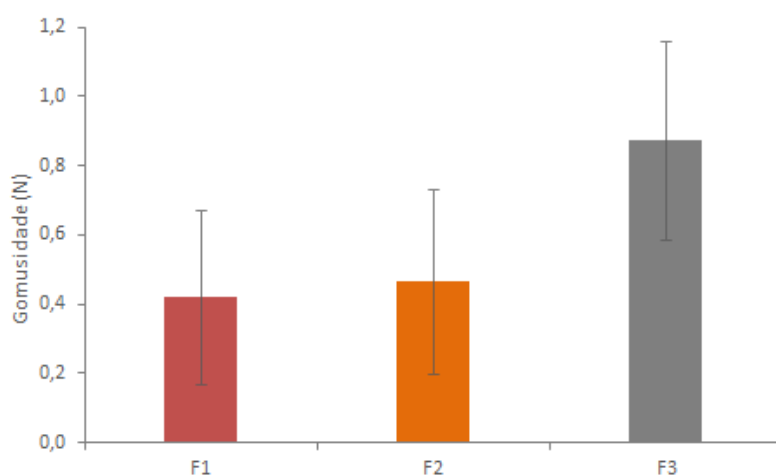


Figura 37. Variação dos valores da gomusidade para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1).

Da mesma forma que a adesividade, verifica-se na Figura 37, que as três formulações

estudadas não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si com uma probabilidade 0.07 ( $p>0,05$ ). No entanto, a formulação F3 parece ter gomusidade superior às restantes. De facto, à medida que se aumenta a concentração de FCBC a gomusidade parece também aumentar.

#### 4.2.13 Mastigabilidade

Na Figura 38 podem observar-se os resultados obtidos para a mastigabilidade do rissol com diferentes concentrações de farinha da casca da banana acastanhada.

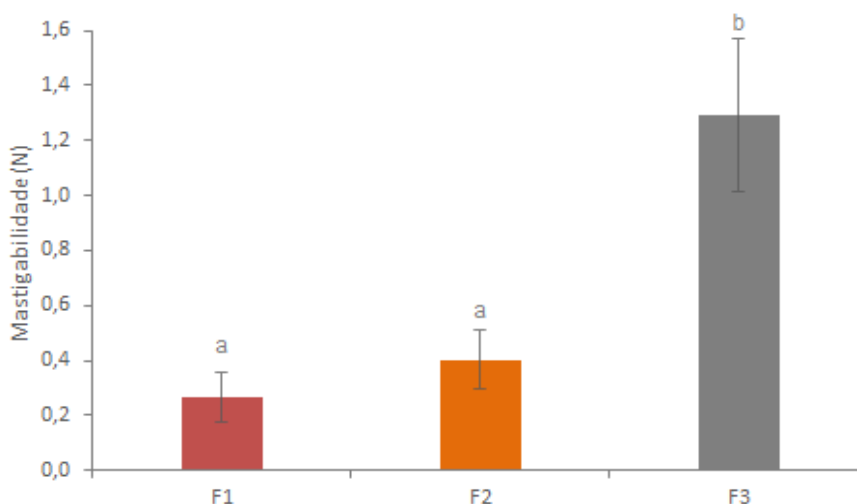


Figura 38. Variação dos valores da mastigabilidade para os rissóis com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (F1).

Através desta Figura, verifica-se que a incorporação de 10% FCBC alterou significativamente os valores da mastigabilidade do rissol (F3), quando comparada com a formulação controlo (F1) ( $p<0,05$ ). O mesmo não foi verificado com a formulação F2, a qual não apresentou diferenças significativas relativamente à F1 formulação controlo ( $p>0,05$ ). As formulações F2 e F3 também apresentam diferenças entre si ( $p<0,05$ ), tendo a F3 mais valor de mastigabilidade do que a F2, apresentando valores de 0,402 e 1,293 respetivamente.

#### 4.2.14 Análise multivariada dos dados físico-químicos Parte II

De forma a averiguar a existência de correlações entre os diversos parâmetros calculados nesta parte do trabalho (hidratos de carbono, fibras, atividade da água, cloreto de sódio, gordura, açúcar, cor, dureza, adesividade, elasticidade, mastigabilidade e gomusidade) para as diferentes formulações estudadas F1, F2 e F3, procedeu-se a uma análise de componentes principais (ACP).



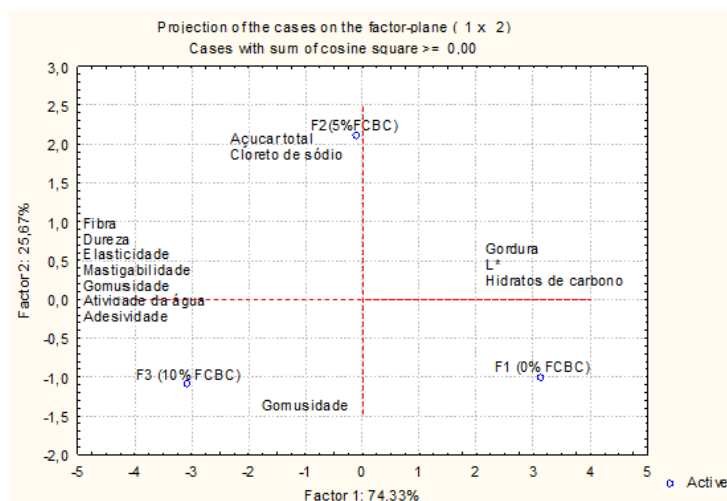


Figura 39. Representação dos componentes principais (CP 1 vs CP 2) aplicada aos dados das análises físico-químicas dos rissóis (parte II) (F1, F2 e F3 formulações apresentadas na Tabela 8).

A Figura 39 apresenta o gráfico da CP1 vs CP2 com a projeção das amostras analisadas. Como se pode verificar a CP1, o eixo horizontal do gráfico, agrega 74,33% da informação inicial e representa a correlação direta entre o teor de gordura, valor de L\* e o teor de hidratos de carbono, inversamente correlacionados com os valores do teor de fibra, dureza, elasticidade, mastigabilidade, gomusidade, atividade da água e adesividade. A CP2, o eixo vertical, explica 25,67% da informação inicial e expressa as diferenças entre os rissóis, verificando que essas diferenças se devem essencialmente aos valores de teor de açúcar, cloreto de sódio e gomusidade. Como se pode verificar, a formulação controlo (F1) distancia-se das formulações com farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3). A formulação controlo (F1) apresenta maior teor de hidratos de carbono e teor de gordura, assim como uma maior luminosidade (L\*) relativamente às restantes.

Nesta análise, vê-se que a inclusão de 10% de FCBC na massa do rissol (F3), apresenta maior teor de fibras, atividade da água, elasticidade, mastigabilidade, dureza e gomusidade. Verifica-se que o rissol com 5% de FCBC (F2) apresenta maior teor de açúcar, teor de cloreto de sódio e menor gomusidade. O que confirma a análise feita nos subcapítulos anteriores.

#### 4.2.15 Avaliação microbiológica

As contaminações microbiológicas em alimentos constituem um enorme risco para a saúde pública, devido à severidade de doenças causadas e ao grande número de alimentos e microrganismos que podem estar envolvidos. De forma a assegurar a segurança alimentar dos consumidores deve-se avaliar e monitorizar a presença de microrganismos em alimentos prontos a consumir (Aird, 2009).

Os critérios da qualidade seguem as orientações dos valores guia definidos pela *Health Protection Agency* (HPA) “*Guidelines for Assessing the Microbiological Safety Ready-to-Eat Foods Placed on the Market*”, a regulamentação comunitária - Regulamento (CE) N.º 1441/2007 da Comissão de 5 de Dezembro de 2007 que altera o Regulamento (CE) N.º 2073/2005 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios, que fornece a orientação e interpretação dos critérios microbiológicos de alimentos. Neste sentido, realizaram-se análises microbiológicas para avaliar a estabilidade microbiológica e a segurança alimentar do rissol com diferentes formulações: F1 (controlo- 0% de farinha da casca da banana madura); F2 (com 5% de farinha da casca da banana madura); F3 (com 10% de farinha da casca da banana madura) (Tabela 13) .

Tabela 13. Resultados obtidos das análises microbiológicas efetuadas ao rissol com diferentes formulações

PARÂMETRO	UNIDADES	F1	F2	F3	Interpretação (F1/F2/F3)
Detecção e Contagem de Esporos de Clostrídios sulfito-redutores**	ufc/g	<1	<1	<1	Satisfatório
Contagem de <i>Enterobacteriaceae</i>	ufc/g	<10	<10	<10	Satisfatório
Contagem de Microrganismos a 30°C	ufc/g	<10	Ne=40	<10	Satisfatório
Contagem de <i>Escherichia coli</i>	ufc/g	<10	<10	<10	Satisfatório

Observações: \*\*Não está incluído no âmbito da acreditação. Ne – Número estimado.

Através da Tabela 13 verifica-se que a detecção e contagem de esporos, contagem de *Enterobacteriaceae*, de microrganismos a 30°C e de *Escherichia coli*, são consideradas satisfatórios de acordo com *Health Protection Agency* (HPA) e Regulamento (CE) N.º 1441/2007 da Comissão de 5 de Dezembro de 2007. Como os resultados obtidos são satisfatórios, fica assegurado que os produtos cumprem com os parâmetros de segurança e qualidade microbiológica exigida por lei e de acordo com a *Health Protection Agency* (HPA). Contudo, na legislação portuguesa e na *Health Protection Agency* (HPA) “*Guidelines for Assessing the Microbiological Safety Ready-to-Eat Foods Placed on the Market*”, no que se refere à grande maioria dos produtos prontos a comer não existe uma obrigatoriedade legal sobre as análises microbiológica a este tipo de produto, uma vez que é submetido a diferentes processos térmicos: pré-fritura, congelação e regeneração final pelo consumidor.

#### 4.2.15 Estudo de aceitabilidade

O sucesso de qualquer novo produto alimentar é amplamente determinado pela aceitação do

consumidor, e a sua qualidade sensorial é um aspecto fundamental a considerar (Sivakumar *et al.*, 2010). Os testes de aceitabilidade têm como principal objetivo avaliar hedonisticamente os produtos pelos potenciais consumidores, sem que este esteja associado a uma embalagem, marca, preço ou qualquer outro tipo de categorização que possa influenciar a sua avaliação (Meilgaard *et al.*, 1999). Neste sentido, foi realizado um teste de aceitabilidade a 104 provadores na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo no dia 19 de Outubro de 2017. Em simultâneo com o teste de aceitabilidade, os consumidores responderam a um pequeno questionário referente às suas características. A ficha de prova utilizada neste estudo encontra-se no Apêndice III. Neste estudo as amostras apresentadas foram os 3 rissóis estudados na parte II deste trabalho (F1, F2 e F3). Era pedido aos consumidores para avaliarem, de forma global, o grau de aceitabilidade relativo a cada amostra numa escala hedónica de 9 pontos (1– extremamente desagradável a 9– extremamente agradável). Os resultados obtidos do tratamento dos inquéritos encontram-se resumidos na Tabela 14.

Tabela 14. Análise de dados preliminar a respostas dos indivíduos (n=104)

Características dos provadores		Somatório	Frequência (%)
Sexo	Feminino	62	59,62
	Masculino	42	40,38
Faixa etária	até 18	18	17,31
	18-25	66	63,46
	26-35	8	7,69
	36-45	6	5,77
	46-55	5	4,81
	56-65	1	0,96
Situação profissional	Empregado	23	22,12
	Desempregado	4	3,85
	Estudante	77	74,04
	Reformado	0	0
Quantas vezes consome este tipo produto?	1/semana	28	26,92
	2-3 mês	35	33,65
	1/mês	16	15,38
	Raramente	25	24,04
O que aprecia mais no rissol?	Aspeto	4	3,85
	Crocância	24	23,08
	Sabor	76	73,08
Considera importante a qualidade nutricional da massa?	Sim	96	92,31
	Não	8	7,69
Compraria mais vezes rissóis, sabendo que estes poderiam ser mais saudáveis?	Sim	96	92,31
	Não	8	7,69

Numa primeira análise dos dados (Tabela 14) é de realçar que o público mais inquirido foi o feminino, com uma percentagem de 59%, e a faixa etária mais predominante foi a 18-25 anos, com 63% das respostas. A situação profissional com destaque foi a de estudante com uma supremacia de 74% das respostas.

Relativamente aos hábitos de consumo, 34% público inquirido relata que consome rissóis cerca de 2-3 vezes por mês, 73% realça o sabor do rissol, 92% considera importante a qualidade nutricional da massa e 92% compraria mais vezes rissóis, sabendo que estes poderiam ser mais saudáveis.

Relativamente aos resultados obtidos da aceitabilidade, a Figura 40, apresenta a opinião dos consumidores para às amostras F1 (132), F2 (569) e F3 (987). De uma maneira geral verifica-se na Figura 40 que as três amostras estão muito bem classificadas, acima de 5, mais especificamente entre “moderadamente agradável” e “extremamente agradável”. Apesar das amostras serem bastante diferentes, tanto de aspeto visual (Figura 33), como de sabor, a opinião dos provadores foi favorável para o novo produto desenvolvido (569 e 987).

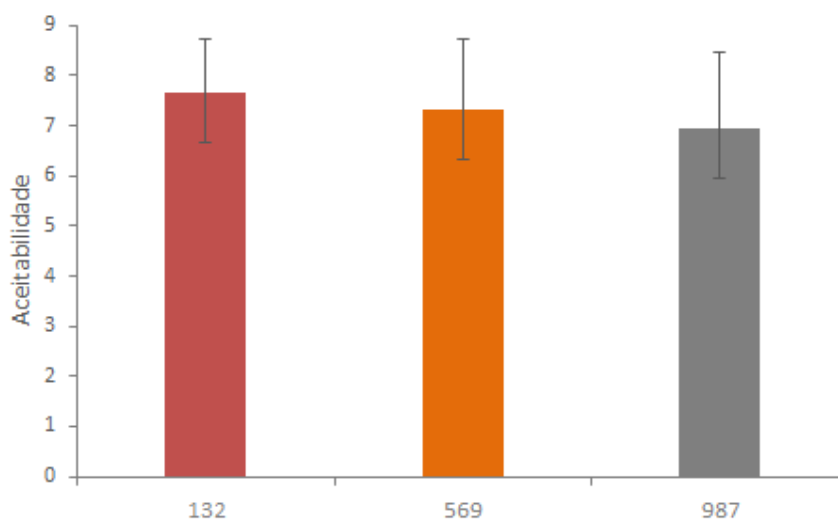


Figura 40. Aceitabilidade das formulações para os rissóis com adição de farinha da casca da banana acastanhada/madura, assim como da formulação controlo sem adição de FCBC (132-F1, 569-F2, 987-F3).

Através da análise estatística descritiva, tal como verificado na Tabela 15, afirma-se que os dados não seguem uma distribuição normal.

Variable	Descriptive Statistics (Estatística aceitabilidade vertical)									
	Valid N	Mean	Median	Sum	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
132	104	7,644231	8,000000	795,0000	4,000000	9,000000	1,202296	1,096493	-1,00729	0,885975
987	104	6,951923	7,000000	723,0000	2,000000	9,000000	2,356889	1,535216	-1,05049	1,108242
569	104	7,336538	8,000000	763,0000	2,000000	9,000000	1,973021	1,404643	-1,43640	2,284856

Tabela 15. Análise estatística descritiva (software *Statistic*)

De forma a verificar a existência de diferenças entre as amostras (132, 569 e 987) realizou-se uma análise *Friedman Anova* (dados que não seguem uma distribuição normal). Tal como verificado na Tabela 16. A probabilidade de não existirem diferenças entre grupos é de 0.004, logo conclui-se que existem diferenças entre as três amostras ( $p < 0,05$ ).

Variable	Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance (Estatística aceitabilidade vertical)			
	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.
132	2,197115	228,5000	7,644231	1,096493
987	1,788462	186,0000	6,951923	1,535216
569	2,014423	209,5000	7,336538	1,404643

Tabela 16. *Friedman Anova* (software Statistic)

De forma a analisar as diferenças entre as amostras e perceber a opinião dos consumidores, realizou-se uma análise múltipla de correspondência, através do *software* R, conforme mostra através da Figura 41. Através desta Figura denota-se que os provadores estão mais deslocados no sentido das amostras 569 e 987 (F2 e F3), indicando que apreciaram mais estas.

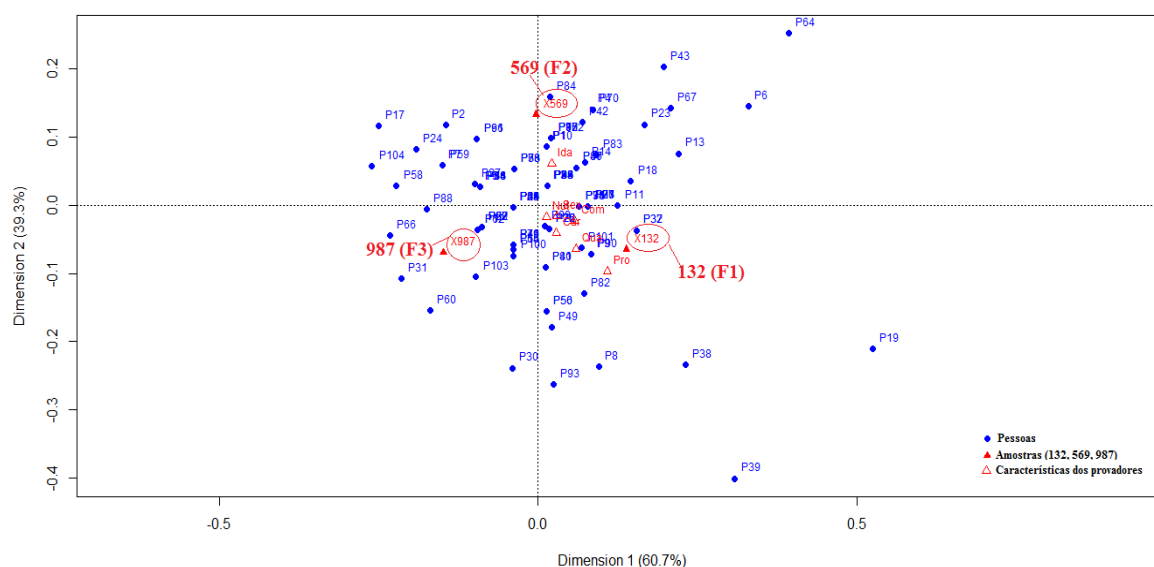


Figura 41. Análise de correspondência múltipla da aceitabilidade para as formulações dos rissóis com 5% e 10% da farinha da casca da banana acastanhada/madura (F2 e F3), assim como da formulação controlo (F1-0% de FCBC) (132 – F1, 569 – F2 e 987 – F3).

Através da colocação das características dos provadores no gráfico, apresentado na Figura 41, é possível concluir que os provadores com mais idade classificam com maior pontuação o rissol com 5% FCBC (amostra 569-F2). No entanto, os estudantes, preferem o rissol controlo (amostra 132-F1). Apesar da menor importância significativa (Figura 40), os provadores, quando questionados sobre o que aprecia mais num rissol, destacaram o sabor,

e apresentaram preferência pelo rissol com 10% FCBC (987-F3) (Figura 41). Resultados semelhantes foram obtidos por Farinelli *et al.* (2015) no estudo com biscoito, pelo qual, verificou-se que a formulação controle (sem farinha da casca da banana) foi o mais bem classificado pelos consumidores devido ao aspecto visual.

## **CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO**

Relativamente ao trabalho realizado na Parte I concluiu-se que:

- A farinha da casca da banana verde apresenta o menor teor de humidade relativamente aos restantes estados de maturação;
- A farinha da casca da banana verde apresenta o maior teor de hidratos de carbono relativamente aos restantes estados de maturação;
- A farinha da casca da banana acastanhada apresenta os maiores valores de conteúdo em fibra, cinzas, magnésio, potássio e cálcio, indicando a sua maior riqueza nutricional;
- Todos os estados de maturação estudados não apresentaram diferenças significativas nos teores de acidez titulável e de gordura;
- De acordo com os resultados obtidos selecionou-se o estado de maturação mais avançado, casca da banana acastanhada, para a segunda parte do trabalho.

Relativamente à Parte II do trabalho concluiu-se que:

- A atividade da água nas formulações com 5% e 10% de farinha da casca da banana acastanhada, resultaram em rissóis com  $a_w$  superiores comparativamente com à formulação controlo;
- A formulação com 10% de farinha da casca da banana apresentou um teor em fibras cerca de 5 vezes superior ao controlo. O teor em fibras variou de 1,02% até 5,42% para o controlo e 10% de farinha da casca da banana, respetivamente;
- A adição de 10% de farinha da casca da banana diminuiu o teor de hidratos de carbono cerca de 1,4 vezes quando comparado com o controlo;
- Não se verificam diferenças estatisticamente significativas nos teores de cloreto de sódio, gordura e açúcar total em todas as formulações estudadas;
- O aumento da percentagem de farinha da casca da banana provocou o escurecimento do Rissol resultando em produtos mais castanhos em relação ao controlo, amarelo dourado;
- Relativamente à textura do Rissol, o aumento da percentagem de farinha da casca da banana promoveu o aumento da dureza, elasticidade e mastigabilidade do mesmo;
- Ao nível microbiológico (Detecção e Contagem de Esporos; Contagem de *Enterobacteriaceae*; Contagem de Microrganismos a 30°C e Contagem de *Escherichia coli*) o Rissol apresenta resultados satisfatórios, isto é, valores dentro dos limites legais estabelecidos (Regulamento (CE) N.º 1441/2007 e pelos guias definidos pela *Health Protection Agency*);
- No que diz respeito ao teste de aceitabilidade, os consumidores classificaram



positivamente as três formulações, como “moderamente agradável” e “extremamente agradável”. Apesar do público inquirido ser maioritariamente jovem, na análise de correspondência múltipla é demonstrado que o público com mais idade classificou com maior pontuação o Rissol com 5% farinha da casca da banana. No entanto, os estudantes, preferem o Rissol sem farinha da casca da banana. Apesar da menor importância significativa, os provadores, quando questionados sobre o que aprecia mais num rissol, destacaram o sabor, e apresentaram preferência pelo rissol com 10% de farinha da casca da banana;

- De acordo com os resultados obtidos, a adição de 5% ou 10% de farinha da casca da banana acastanhada a uma massa do Rissol tem um impacto positivo sobre seu valor nutricional.

Com este trabalho concluiu-se que, a farinha da casca da banana pode ser considerada um ingrediente com potencial para o enriquecimento de produtos sem glúten, como rissol ou outros, com impacto positivo nas propriedades nutricionais, textura e cor. Do ponto de vista da sustentabilidade e segurança alimentar, é considerada uma grande conquista uma vez que utilizando a casca de banana estará diminuindo o desperdício e valorizando a saúde humana.

#### **Sugestões de trabalho futuro:**

- Estudar a secagem da casca de banana com outras condições experimentais, bem como a secagem de outros subprodutos da indústria alimentar de forma a valorizá-los;
- Estudar e avaliar a secagem de casca banana submetida à pré-tratamentos e outras técnicas de aquecimento, como micro-ondas;
- Avaliar o efeito da adição de farinha da casca da banana em produtos como pães, biscoito, barras de cereais, bolos e massa de pizza sem glúten.
- Estudar e avaliar o método de regeneração do rissol desenvolvendo a técnica final no micro-ondas.

## **CAPÍTULO 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AOAC 962.09 (1995). AOAC Official Method Fiber (crude) in Animal Feed. *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*, 1 (4), 18.

AOAC 965.09 (1995). AOAC Official methods Nutrients (Minor) in Fertilizers Atomic Absorption Spectrophotometric Method: *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*.

Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J. J., G. Pacheco-Vargas, Osorio-Díaz, P., & Bello-érez, L. A. (2012). Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. *LWT - Food Science and Technology*, 46, 177-182.

Aird, H. G. (2009). Guidelines for Assessing the Microbiological safety of Ready-to-eat Foods Placed on the Market. *Health Protection Agency (HPA)*.

Associação Portuguesa de Celíacos. APC. (2018). Retrieved from: <https://www.celiacos.org.pt/doenca-celiaca/prevalencia.html>.

Almeida, A.C, M., A. Silvana, Fernandes B. G, Stein D. João Ricardo Pecini & Marta Helena, S. F. (2008). Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado/Agroindustrial use for the solids wastes deriving from minimally processed melon. *Food Science and Technology*, Campinas, 733.

Araújo, H. M. C., Coelho, A. W. M., Assunção, B. R. B. & Z. R.P. (2010). Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida Celiac disease, eating habits and practices and life quality of life. *Revista de Nutrição*, 23(3) 467-474.

Ascheri, D. P. R., Ascheri, A. J. L. R. & Carvalho, C. W. P. (2006). Caracterização da farinha de bagaço de jaboticaba e propriedades funcionais dos extrusados / Characterization of jaboticaba bagasse flour and functional properties of extrudates. *Food Science and Technology*, Campinas, 897.

Bai, J. C., Fried, M., Corazza, G. R., Schuppan, D., Farthing, M., Catassi, C., & Fasano, A. (2013). World Gastroenterology Organization global guidelines on celiac disease. *Journal of clinical gastroenterology*, 47(2), 121-126.

Bertolini, A. C., G. Mendez-Montealvo & Lajolo, F. (2010). Rheological and functional properties of flours from banana pulp and peel. *Starch-Starke*, 62, 277-284.

Bezerra, C. V., Amante, Oliveira, E. R. D. C. , Rodrigues, A. M. C. & Silva, L. H. M. (2013). Green banana (*Musa cavendishi*) flour obtained in spouted bed—Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. *Industrial Crops & Products*, 41, 241-249.

Borges, A.M., Joelma, P. & Pereira, L. E. M. (2009). Caracterização da farinha de banana verde / Green banana flour characterization. *Food Science and Technology*, Campinas, 333.

Borges, A. d. M., J. Pereira, A. Silva Júnior, E. M. P. d. Lucena & Sales, J. C. (2010). Estabilidade da pré-mistura de bolo elaborada com 60% de farinha de banana verde. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(1), 173-181

- Bueno, A. L., & Czepielewski, M. A. (2008). A importância do consumo dietético de cálcio e vitamina D no crescimento. The importance for growth of dietary intake of calcium and vitamin D. *Jornal de pediatria*. Rio de Janeiro. Vol. 84, n. 5, p. 386-394. <https://doi.org/10.1590/S0021-75572008000600003>.
- Carvalho, K. H., L. C. Bozatski, M. Scorsin, D. Novello, E. Perez, H. S. d. Santa, G. Scorsin & Batista, M. G. (2012). Development of the cupcake added flour banana peel: sensory and chemical characteristics/Desenvolvimento de cupcake adicionado de farinha da casca de banana: características sensoriais e químicas. *Alimentos e Nutrição. Brazilian Journal of Food and Nutrition.*, 475.
- Castilho, L. G., Alcantara, B. M., & Clemente, E. (2014). Desenvolvimento e Análise Físico-Química da Farinha da Casca, da Casca In Natura e da Polpa de Banana Verde das Cultivares Maçã e Prata. *E-xacta.*, 7(2), 107-114.
- Cazier, J.-B. & Gekas, V. (2001). Water activity and its prediction: a review. *International Journal of Food Properties*, 4, 35.
- Ceirwyn, S., J. (1995). Analytical chemistry of foods. London: *Brackie Academic & Professional*.
- César, A., Gomes, J., Staliano, C.D, Fanni, M.L., & Chaves, M. (2006). Preparation of gluten-free bread. *Ceres*, 53(306): 150.
- Choo, C. L. & N. A. A. Aziz (2010). Effects of banana flour and  $\beta$ -glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. *Food Chemistry*, 119, 34-40.
- Costa, R. A., Chaves, L. K., Lago, T. R., Nunes, V. X., Silva, N. M., & Landim, L. B. (2011). Physical Chemical Analysis Of Flour And Mature Banana Peel Green. *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia*. Bahia.
- Daramola, B., & Osanyinlusi, S. A. (2006). Production, characterization and application of banana (*Musa spp*) flour in whole maize. *African Journal of Biotechnology*, 5(10).
- Emaga, H. T., S. N. Ronkart, C. Robert, B. Wathelet & Paquot, M. (2008). Characterisation of pectins extracted from banana peels (*Musa AAA*) under different conditions using an experimental design. *Food Chemistry*, 108, 463-471.
- FAO. Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van, O., R. & Meybeck, A. (2011). Global food losses and Food waste. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome. FAO, 1-38.
- FAO. (2017). *Food and Agriculture Organization of the United Nation*. Banana Market Review e Banana Statistics. Retrieved from: <http://www.fao.org/home/en/>.
- Farinellia, B. C., Honoratoa, C. A., Agostinib, J. d., & Bin, M. C. (2015). Elaboração, Análise Sensorial e Características Físico-químicas do Biscoito Doce de Casca de Banana. *Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 18(2).

- Fasano, A. (2011). Zonulin and its regulation of intestinal barrier function: the biological door to inflammation, autoimmunity, and cancer. *Physiological reviews*, 91(1), 162.
- Fasano, A., & Catassi, C. (2012). Celiac disease. *New England Journal of Medicine*, 367(25), 2419-2426.
- Fasolin, L. H., Almeida, G. C. d., Castanho, P. S. & Netto-Oliveira, E. R. (2007). Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(3), 524-529.
- Freitas, M. C. J., da Silveira, G. E., Veras, L. S., & Santos, G. F. F. (2017). Pães de mel elaborados com farinha de diferentes variedades de banana verde. *DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde*, 12(2), 465-482.
- Gallagher, E., T. R. Gormley & Arendt, E. K. (2003). Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *Journal of Food Engineering*, 56, 153-161.
- Gallagher, E., T. R. Gormley & Arendt E. K. (2004). Review: Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 15, 143-152.
- Gondim., J. A., Fátima, M. M. V, D. Aécia S, Lourena, M. R. S & Klécia, S. M. (2005). Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas / Centesimal composition and minerals in peels of fruits. *Food Science and Technology*. Campinas., 825.
- Hüttner, E. K., Bello, F. D. & Arendt, E. K. (2010). Fundamental study on the effect of hydrostatic pressure treatment on the bread-making performance of oat flour. *European Food Research & Technology*, 230, 827.
- IOM. (2005). Dietary reference intakes : for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate, Washington : *National Academy Press*. cop. 2004.
- ISO 16649-2 (2001). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli* - Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide. *International Organization for Standardization*.
- ISO 21528-2 (2004). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae - Part 2: Colony-count method. *International Organization for Standardization*.
- ISO 4833-1 (2013). Microbiology of the food chain - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique. *International Organization for Standardization*.
- Izonfuo, W.A. L. & Omuaru, V. O. T. (1988). Effect of ripening on the chemical composition of plantain peels and pulps (*Musa paradisiaca*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 45(4), 333-336.

- Jackson, T., & Badrie, N. (2003). Utilization of banana (*Musa acuminata*) peel in wine produced in the Caribbean: Effects on physico-chemical, microbiological and sensory quality of wines. *Journal of Food Science and Technology*, 40(2), 153–156.
- James, C. (1995). Experimental Procedures - DNS colorimetric determination of available carbohydrates in foods. In C. S. James, *Analytical Chemistry of Foods*, 124-125.
- Juarez, G., E., Agama-Acevedo, E., Sáyago-Ayerdi, S. G., Rodriguez-Ambriz, S. L., & Bello-Perez, L. A. (2006). Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant foods for human nutrition*, 61(3), 131.
- Ketiku, A. O. (1973). Chemical composition of unripe (green) and ripe plantain (*Musa paradisiaca*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 45(6), 703-707.
- Kumar, V., A. K. Biswas, J. Sahoo, M. K. Chatli & Sivakumar, S. (2013). Quality and storability of chicken nuggets formulated with green banana and soybean hulls flours. *Journal Of Food Science And Technology- Mysore*, 50, 1058-1068.
- Leitão, A. (2010). Desenvolvimento de uma massa sem glúten para rissóis. Tese de Mestrado. Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Instituto Politécnico Viana do Castelo. Portugal, 21-31.
- Lima, A. G. B., Nebra, S. A., & Queiroz, M. R. (2000). Aspectos científico e tecnológico da banana. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 2(1), 87-101.
- Lynch, E. J., Bello F. D., Sheehan, E. M., Cashman, K. D. & Arendt, E. K. (2009). Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. *Food Research International*, 42,885-891.
- Melo J. A., G., Fátima, M. M.d. V, Aécia, D. S, Lourena, M. R. S & Klécia, S. M. (2005). Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas / Centesimal composition and minerals in peels of fruits. *Food Science and Technology* .Campinas., 825.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1999). Affective Tests: Consumer Tests and In-House Panel Acceptance Tests Sensory Evaluation Techniques (3rd ed.): *CRC Press*.
- Neto, J. M. M., Rocha, C. L. E. d. M., Paz, P. J. & Gomes, S. M. (1998). Componentes Químicos Da Farinha De Banana (*Musa sp.*) Obtida Por Meio De Secagem Natural/ Chemical Components Of The Banana (*Musa sp.*) Flour Produced By Drying. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 316.
- NP 516 (2000). Norma Portuguesa: Cereais e seus derivados. Determinação do teor de água, processo de referência. *Lisboa: Instituto Português da Qualidade*.
- NP 1223 (1976). Norma Portuguesa: frutos, produtos hortícolas e seus derivados: determinação do teor de cloretos, processo de referência. *Lisboa: Instituto Português da Qualidade*.

NP 1421 (1977). Norma Portuguesa: Géneros alimentícios derivados de frutos e de produtos hortícolas. Determinação da acidez, processo de referência. *Lisboa: Instituto Português da Qualidade*.

NP 1419 (1984). Norma Portuguesa: frutos, produtos hortícolas e seus derivados : determinação dos açúcares totais, dos açúcares redutores e dos açúcares não redutores (sacarose): técnica de Munson e Walker, processo de referência. *Lisboa: Instituto Português da Qualidade*.

NP 3299 (1986). Norma Portuguesa: frutos, produtos hortícolas e seus derivados: composição da matéria orgânica para análise, método por incineração processo de referência. *Lisboa: Instituto Português da Qualidade*.

Okonogi, S., Duangrat, C., Anuchpreeda, S., Tachakittirungrod, S. & Chow, S. (2007). Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. *Food Chemistry*, 103, 839-846.

O'Shea, N., Roble, C., Arendt, E. & Gallagher, E. (2015). Modelling the effects of orange pomace using response surface design for gluten-free bread baking. *Food Chemistry*, 166, 223-230.

Pacheco, D., E., & Testa, G. (2005). Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *Interciencia*, 30(5), 300-304.

Peryam, D. R., & Pilgrim, F. J. (1957). Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*, 9-14.

Pessoa, T. R. B. (2009). Avaliação do processo de obtenção de farinha da casca de banana (*Musa sapientum*) das variedades *Prata*, *Pacovan* e *Maçã*. In: Process evaluation to produce banana (*Musa sapientum*) flour from peels of fresh fruit varieties *Prata*, *Pacovan* and *Apple*. Tese de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. *Universidade Federal do Pará*. João Pessoa. Retrieved from: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4061>.

Regulamento (CE) N.º 1441/2007 da Comissão de 5 de Dezembro de 2007, relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da União Europeia*, L322.

Ribeiro, R., & Finzer, J. (2011). Desenvolvimento de biscoito tipo cookie com aproveitamento de farinha de sabugo de milho e casca de banana. *Fazu*, (07), 120-125.

Rito, S. N., S. T & Pina, C. J. E. (2007). Doença celíaca revisitada. *Jornal Português de Gastreenterologia*, 184.

Rosenthal, A.J. (1999). Food Texture: Measurement and Perception. *Aspen Publishers*, Maryland.

Sapone, A., Catassi C., Fasano, A. J., Bai C., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P. H. R., M. H., Kaukinen, K., Rostami, K., D. S. S., M. S., Ullrich, R., Villalta, D. & Volta, U. (2012). Spectrum of gluten-related disorders: Consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine*, 10.

- Santos, J. F. (2010). Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde. *Faculdade de Ciências Farmacêuticas*. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Sarawong, C., Schoenlechner, R., Sekiguchi, k., Berghofer, E., & Ng, P. k. W. (2014). Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour. *Food Chemistry*; 143: 33–39: 2014.
- Schieber, A., Stintzing, F., & Carle, R. (2001). By-products of plant food processing as a source of functional compounds-Recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12(11), 401–413.
- Silva, A. d. A., Barbosa, J. L. Jr. & Barbosa, M. I. M. J. (2015). Green banana flour as a functional ingredient in food products/Farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios. *Ciência Rural*, 2252.
- Sivakumar, P. S., Panda, S. H., Ray, R. C., Naskar, S. K. & Bharathi, L. K. (2010). Consumer Acceptance Of Lactic Acid- Fermented Sweet Potato Pickle. *Journal of Sensory Studies*, 25, 706-719.
- Sodchit, C., Tochampa, W., Kongbangkerd, T., & Singanusong, R. (2013). Effect of banana peel cellulose as a dietary fiber supplement on baking and sensory qualities of butter cake. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 35(6), 641–646.
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 215-225.
- Torres, L. L., El-Dash, A. A., Carvalho, C. W., Ascheri, J. L., Germani, R., & Miguez, M. (2005). Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (*Musa acuminata*, grupo AAA) por extrusão termoplástica. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 23(2).
- Travaglini, D. A., Pinto, N. , M., Bleinroth, E. W., & Leitão, M. F. (1993). Banana - passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial. *ITAL/Rede de Nucleos de Informacao Tecnológica*. Campinas.
- Turker, B., Savlak, N., Kasikci, M.B. (2016). Effect of Green Banana Peel Flour Substitution on Physical Characteristics of Gluten-Free Cakes. *Current Research in Nutrition and Food Science*, Vol.(SI.1), 197-204.
- Vargas, B. C., Monsore, R. M., & Ibrahim, P. (2012). Composição físico-química de farinha de casca e de polpa de banana verde. *XVI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica*.
- Vernaza, M. G., V., Arocha, G. M. & Kil, C. Y. (2011). Addition of green banana flour to instant noodles: rheological and technological properties Adição de farinha de banana verde em macarrão instantâneo: propriedades reológicas e tecnológicas. *Ciência e Agrotecnologia*, (Vol.35), Iss 6, 1157 - 1165.
- Von Loesecke, H, W. (1950). Bananas. (2nd ed.). New York: *Interscience Publishers*.



Wang, Y., Zhang , M. & Mujumdar, A. S. (2012). Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. *LWT - Food Science and Technology*, 47, 175-182.

WHO. (2012). "Guideline: Sodium intake for adults and children." *World Health Organization*. Retrieved from: [http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sodium\\_intake\\_printversion.pdf](http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sodium_intake_printversion.pdf)

Zandonadi, R. P., Botelho, R. B. A., Gandolfi, L., Pratesi R., J. S. Ginani & Montenegro, F. M. (2012). Green Banana Pasta: An Alternative for Gluten-Free Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112, 1068-1072.

## **CAPÍTULO 7 - APÊNDICES**

## 7.1 APÊNDICE I - Humidade cascas de banana ao longo do tempo

PRODUTO	CÓDIGO	TEMPO	% HUMIDADE
BANANA AMARELA 80°C	BC0	0	77,88
	BC15	15	67,94
	BC30	30	68,7
	BC45	45	78,4
	BC60	60	45,22
	BC90	90	34,06
	BC120	120	25,00
	BC180	180	20,56
	BC240	240	22,04
	BC300	300	13,74
	BC360	360	23,00
	BC420	420	13,74
BANANA ACASTANHADA/ MADURA 80°C	BN0	0	72,85
	BN15	15	65,60
	BN30	30	64,63
	BN45	45	72,52
	BN60	60	61,83
	BN90	90	49,55
	BN120	120	51,11
	BN180	180	19,05
	BN240	240	17,80
	BN300	300	18,02
	BN360	360	20,01
	BN420	420	18,60
BANANA VERDE 80°C	BV0	0	76,33
	BV15	15	74,34
	BV30	30	62,36
	BV45	45	77,71
	BV60	60	44,52
	BV90	90	35,04
	BV120	120	51,30
	BV180	180	41,09
	BV240	240	20,29
	BV300	300	13,57
	BV360	360	13,08
	BV420	420	5,02

## 7.2 APÊNDICE II – Resultados médios dos parâmetros analíticos

Na Tabela 17 e Tabela 18 é possível consultar os valores médios dos resultados obtidos dos parâmetros analíticos da parte I e parte II, respectivamente.

Tabela 17. Valores médios dos resultados obtidos nos parâmetros analíticos analisados nas farinhas de casca de banana da parte I.

Análises	Amostras			<i>P</i>
	FCBV	FCBA	FCBC	
<b>a<sub>w</sub></b>	0,290±0,022 <sup>a,b</sup>	0,330±0,014 <sup>a</sup>	0,283±0,005 <sup>b</sup>	<0,05
<b>%Humidade</b>	6,947±0,091 <sup>a</sup>	10,137±0,262 <sup>b</sup>	12,571±0,505 <sup>c</sup>	<0,05
<b>Acidez Titulável</b>	0,755±0,003	0,672±0,001	0,667±0,001	>0,05
<b>%Hidratos de Carbono</b>	57,904±5,510 <sup>a</sup>	45,842±2,772 <sup>b</sup>	45,140±2,595 <sup>b</sup>	<0,05
<b>%Gordura</b>	0,107±0,005	0,128±0,012	0,134±0,008	>0,05
<b>%Fibra Bruta</b>	8,570±0,027 <sup>a</sup>	10,677±0,443 <sup>b</sup>	11,869±0,687 <sup>b</sup>	<0,05
<b>%Cloreto de Sódio</b>	2,876±0,088 <sup>a</sup>	2,926±0,088 <sup>a</sup>	3,431±0,088 <sup>b</sup>	<0,05
<b>%Cinzas</b>	10,348±0,085 <sup>a</sup>	12,703±0,098 <sup>b</sup>	12,728±0,111 <sup>b</sup>	<0,05
<b>Cálcio (mg/100 g)</b>	314,219±20,870 <sup>a</sup>	305,402±22,563 <sup>a</sup>	415,150±8,585 <sup>b</sup>	<0,05
<b>Potássio (mg/100 g)</b>	530,697±11,097 <sup>a</sup>	717,660±6,546 <sup>b</sup>	721,004±10,734 <sup>b</sup>	<0,05
<b>Magnésio (mg/100 g)</b>	88,797±0,659 <sup>a</sup>	95,365±3,872 <sup>a,b</sup>	97,147±0,754 <sup>b</sup>	<0,05

Valores médios na mesma linha que não são seguidos pela mesma letra são estatisticamente diferentes ( $p<0,05$ ) pelo teste de *Tukey*.

Tabela 18. Valores médios dos resultados obtidos nos parâmetros analíticos analisados nos Rissóis da parte II.

Análises	Amostras			<i>P</i>
	F1	F2	F3	
<b>a<sub>w</sub></b>	0,850±0,022 <sup>a</sup>	0,907±0,009 <sup>b</sup>	0,907±0,025 <sup>b</sup>	<0,05
<b>% Hidratos de Carbono</b>	39,183±0,045 <sup>a</sup>	34,517±0,017 <sup>a</sup>	28,493±0,003 <sup>b</sup>	<0,05
<b>% Fibra Bruta</b>	1,016±0,001 <sup>a</sup>	3,222±0,005 <sup>b</sup>	5,421±0,004 <sup>c</sup>	<0,05
<b>% Cloreto de Sódio</b>	7,277±0,002	7,430±0,003	7,380±0,001	>0,05
<b>%Gordura</b>	0,174±0,000	0,177±0,000	0,149±0,000	>0,05
<b>%Açúcares Totais</b>	1,421±0,001	1,881±0,003	1,561±0,002	>0,05
<b>L*</b>	42,066±2,132 <sup>a</sup>	29,116±0,0237 <sup>b</sup>	30,293±0,071 <sup>b</sup>	<0,05
<b>L*/b*</b>	1,459±0,030 <sup>a</sup>	2,208±0,065 <sup>b</sup>	2,215±0,271 <sup>b</sup>	<0,05
<b>Dureza (N)</b>	1,817±0,491 <sup>a</sup>	2,869±1,085 <sup>b</sup>	3,456±0,602 <sup>b</sup>	<0,05
<b>Adesividade (N.sec)</b>	0,720±0,483	1,265±0,607	1,250±0,619	>0,05
<b>Elasticidade</b>	0,642±0,362 <sup>a</sup>	0,867±0,406 <sup>a,b</sup>	1,481±0,674 <sup>b</sup>	<0,05
<b>Gomusidade (N)</b>	0,419±0,090	0,464±0,265	0,873±0,286	>0,05
<b>Mastigabilidade (N)</b>	0,269±0,090 <sup>a</sup>	0,402±0,108 <sup>a</sup>	1,293±0,279 <sup>b</sup>	<0,05

Valores médios na mesma linha que não são seguidos pela mesma letra são estatisticamente diferentes ( $p<0,05$ ) pelo teste de *Tukey*.

### 7.3 APÊNDICE III – Tabela dos vetores próprios

Na Tabela 19 e Tabela 20 é possível consultar os valores dos vetores próprios obtidos na análise de componentes principais (ACP) da parte I e parte II, respetivamente.

Tabela 19. Vetores próprios da análise de componentes principais relativa à parte I.

	Fator 1	Fator 2
Hidratos de carbono	<b>0,991406</b>	0,130823
Fibra	<b>-0,855218</b>	-0,518269
Acidez	<b>0,991579</b>	0,129506
Atividade da água	-0,209419	<b>-0,977826</b>
Cinzas	<b>-0,985467</b>	-0,169870
Humidade	<b>-0,975062</b>	0,221931
Cloreto de sódio	-0,707171	<b>0,707042</b>
Gordura	<b>-0,999827</b>	0,018575
Magnésio	<b>-0,999713</b>	0,023936
Potássio	<b>-0,986449</b>	-0,164070
Cálcio	-0,590278	<b>0,807200</b>

Tabela 20. Vetores próprios da análise de componentes principais relativa à parte II.

	Fator 1	Fator 2
Hidratos de carbono	<b>0,974770</b>	0,223210
Fibra	<b>-0,999660</b>	-0,026058
Atividade da água	<b>-0,879166</b>	0,476516
Cloreto de sódio	-0,678461	<b>0,734637</b>
Gordura	<b>0,794399</b>	0,607397
Açúcar	-0,324058	<b>0,946037</b>
L*	<b>0,846988</b>	0,531612
L*/b*	-0,863264	0,504752
Dureza	<b>-0,990835</b>	0,135078
Adesividade	<b>-0,866911</b>	0,498464
Elasticidade	<b>-0,958828</b>	-0,283987
Mastigabilidade	<b>-0,908886</b>	-0,417044
Gomusidade	<b>-0,895997</b>	<b>-0,444061</b>

## 7.4 APÊNDICE IV– Ficha de prova: Teste de aceitabilidade

Mestrado: Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar



### Teste de Aceitabilidade

O objetivo deste teste sensorial é recolher informação para um estudo com consumidores para avaliar a aceitabilidade de um rissol vegetariano, no âmbito do Mestrado de Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar, do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

Por favor, responda colocando um “x”, às questões colocadas. Não existem respostas certas ou erradas, por isso solicito que responda de forma espontânea a todas as questões.

Sexo: Feminino ☐ Masculino ☐

Faixa etária: até 18 ☐ 18-25 ☐ 26-35 ☐ 36-45 ☐ 46-55 ☐ 56-65 ☐ mais de 65 ☐

Situação profissional: Empregado ☐ Desempregado ☐ Estudante ☐ Reformado ☐

Quantas vezes consome este tipo de produtos (“salgadinho”/snack)?

Uma vez por semana ☐ 2-3 vezes por mês ☐ 1 vez por mês ☐ Raramente ☐

O que aprecia mais num rissol? Aspeto ☐ Crocância ☐ Sabor ☐

Considera importante a qualidade nutricional da massa? Sim ☐ Não ☐

Compraria mais vezes rissóis, sabendo que estes poderiam ser mais saudáveis? Sim ☐ Não ☐

AMOSTRA	AMOSTRA	AMOSTRA
<input type="checkbox"/> Extremamente agradável	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável
<input type="checkbox"/> Moderadamente agradável	<input type="checkbox"/> Moderadamente agradável	<input type="checkbox"/> Moderadamente agradável
<input type="checkbox"/> Ligeiramente agradável	<input type="checkbox"/> Ligeiramente agradável	<input type="checkbox"/> Ligeiramente agradável
<input type="checkbox"/> Nem agradável nem desagradável	<input type="checkbox"/> Nem agradável nem desagradável	<input type="checkbox"/> Nem agradável nem desagradável
<input type="checkbox"/> Ligeiramente desagradável	<input type="checkbox"/> Ligeiramente desagradável	<input type="checkbox"/> Ligeiramente desagradável
<input type="checkbox"/> Moderadamente desagradável	<input type="checkbox"/> Moderadamente desagradável	<input type="checkbox"/> Moderadamente desagradável
<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável
<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável	<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável	<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável

Observações que queira fazer:

---



---



---



---

Obrigado pela colaboração